

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

JAILSON COSTA LEAL

**ANÁLISE DO GRAU DE UTILIZAÇÃO DAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO NO
SETOR METALMECÂNICO DE SÃO LUÍS/MA**

São Luís - MA
2019

JAILSON COSTA LEAL

**ANÁLISE DO GRAU DE UTILIZAÇÃO DAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO NO
SETOR METAL-MECÂNICO DE SÃO LUÍS/MA**

Monografia apresentada junto ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Msc. Reginaldo Nunes da Silva

Co-orientador: Eng. Wesley da Cruz Gomes

São Luís - MA
2019

leal, Jailson Costa.

Análise do grau de utilização das práticas de manutenção no setor metalmeccânico de São Luis - MA. / Jailson Costa Leal. – São Luís, 2019.

55

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Prof. Me. Reginaldo Nunes da Silva.

Coorientador: Eng. Wesley da Cruz Gomes.

JAILSON COSTA LEAL

**ANÁLISE DO GRAU DE UTILIZAÇÃO DAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO NO
SETOR METAL-MECÂNICO DE SÃO LUÍS/MA**

Monografia apresentada junto ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Aprovada em: 27/06/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Msc. Reginaldo Nunes da Silva
Orientador
Universidade Estadual do Maranhão

Eng. Wesley da Cruz Gomes
Co-orientador

Prof. Esp. Amadeu Santos Nunes Junior
Banca examinadora
Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Esp. Diógenes Leite Souza
Banca examinadora
Universidade Estadual do Maranhão

Ao meu pai, meu avô e minha avó, que compartilharam dos meus ideais e sonhos, me incentivando a prosseguir nessa jornada, independente dos obstáculos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as oportunidades que me disponibilizou até aqui.

Meu avô, Raimundo Borges Leal, que infelizmente não está mais entre nós, mas que no entanto deixou um legado como exemplo, que com trabalho duro, perseverança e honestidade é possível vencer qualquer dificuldade.

Minha avó e meu pai, Germozina e Joel, que tanto me incentivaram a não desistir, me disponibilizando as melhores condições de conforto para que essa caminhada, que para muitos é tão dura, se tornasse mais leve. Muito obrigado!

Agradeço aos amigos que estiveram ao meu lado, nessa jornada de estudo, compartilhando sonhos e decepções, mas principalmente, um levantando o outro. Nos vemos no sucesso!

A meu amigo, ex-companheiro de graduação e agora, também orientador, sou extremamente grato por todo empenho e disponibilidade em lê e reler esse trabalho, demonstrando preocupação com o meu sucesso.

Por fim, peço desculpa por não citar nomes de outros amigos que fizeram parte da minha vida, mas que saibam que foram de grande importância para a conclusão dessa etapa da minha vida, obrigado!

*“Os dias prósperos não vêm por acaso; nascem de
muita fadiga e persistência.”*

Henry Ford

RESUMO

A manutenção é, sem dúvidas, uma das principais ferramentas que uma empresa deve adotar para que seja lucrativa e competitiva. Visto isso, o mercado brasileiro, que é altamente competitivo, tem investido nas mais modernas técnicas de gerenciamento dessa ferramenta, produzindo um aquecimento no mercado devido à busca por profissionais cada vez mais qualificados. Portanto, o presente estudo tem como objetivo avaliar as práticas de manutenção realizadas no setor metal mecânico de São Luís – MA e sua influência na competitividade do mercado. A metodologia consistiu na aplicação de questionários às empresas que foram selecionadas através de teorias estatísticas, com o intuito de avaliar de que forma essas práticas são desenvolvidas e a que nível vem sendo executadas, atribuindo, assim, uma ponderação máxima (100) à prática executada de forma excelente, e nota mínima (0) à prática inexistente; havendo ponderações intermediárias. Dessa forma, constatou-se que a manutenção se graduou na segunda prática com alto nível de importância e é notável o motivo que a leva a esse patamar, uma vez que a ausência dos planos de manutenção tem impacto direto na vida útil dos equipamentos, mesmo que os equipamentos sejam novos e que quanto mais eficiente for a execução da gestão da manutenção mais competitiva a empresa será.

Palavras-chave: Manutenção, Setor Metal-mecânico, Equipamentos.

ABSTRACT

Maintenance is undoubtedly one of the main tools a company must adapt to be profitable and competitive. Given this, the Brazilian market, which is highly competitive, has invested in the most modern management techniques of this tool, producing heat in the market due to the search for more and more qualified professionals. Therefore, the present study aims to evaluate the maintenance practices performed in the mechanical metal sector of São Luís - MA and its influence on the competitiveness of the market. The methodology consisted of the application of questionnaires to companies that were selected through statistical theories, in order to evaluate how these practices are developed and at what level has been performed, thus assigning a maximum weight (100) to the practice performed of excellent form, and minimum mark (0) to the nonexistent practice; with intermediate weights. In this way, it was verified that the maintenance has graduated in the second practice with a high level of importance and it is remarkable the reason that leads to this level, since the absence of maintenance plans has a direct impact on the life of the equipment, even that the equipment is new and that the more efficient the execution of the maintenance management the more competitive the company will be.

Key words: Maintenance. Metal-mechanic industry. Equipment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de manutenção	22
Figura 2 - Tempo de Setup	26
Figura 3 - Curva característica da vida de equipamentos.....	27
Figura 4 - Quantidade de colaboradores.....	37
Figura 5 - Abrangência de mercado	37
Figura 6 - Principais clientes	38
Figura 7 - Nível de importância das práticas.....	42
Figura 8 - PCP nas empresas avaliadas	43
Figura 9 - Custos da má qualidade nas empresas avaliadas	43
Figura 10 - Manutenção nas empresas avaliadas.....	44
Figura 11 - Desempenho geral das empresas	45
Figura 12 - Desempenho da Manutenção e Idade dos Equipamentos.....	45
Figura 13 - Desempenho médio das práticas avaliadas.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conversão da escala “Tempo de SETUP”	35
Tabela 2 - Conversão das escalas em escores.....	36
Tabela 3 - Confiabilidade a partir do coeficiente α de Cronbach.....	36
Tabela 4 - Exemplo de avaliação das empresas	39
Tabela 5 - Matriz Nível de importância.....	40
Tabela 6 - Matriz Nível de aplicação.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS

CEP – Controle estatístico de processo

CI – *Confidence Intervals* (Intervalo de confiança)

CNPJ – Cadastro nacional de pessoa jurídica

CV – Coeficiente de variação

Eq. – Equação

FMEA – *Failure mode and effect analysis* (Análise dos modos de falha e defeito)

JIT – Just in Time

MFMEA – *Machine failure mode and effect analysis* (Análise dos modos de falha e defeitos de máquinas)

PCP – Planejamento e Controle de Produção

PPM – Partes por milhão

SINDIMETAL – Sindicato dos trabalhadores metalúrgicos de São Luís-MA

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa	16
1.2 Objetivo.....	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Conceito De Manutenção.....	18
2.2 História da Manutenção	19
2.2.1 1ª Geração – antes de 1940.....	19
2.2.2 2ª Geração – 1940 a 1970.....	20
2.2.3 3ª Geração – após 1970	21
2.3 Tipos De Manutenção.....	22
2.3.1. Manutenção Corretiva	23
2.2.2 Manutenção Preventiva	23
2.2.3 Manutenção Preditiva.....	24
2.4. Práticas de gestão da produção e operação	25
2.4.1. Tempo de Setup.....	26
2.4.2. Idade Média dos Equipamentos	27
2.4.3. Custos de Má Qualidade	28
2.4.4. Planejamento e Controle da Produção.....	29
2.4.5. Filosofias e Ferramentas JIT (Just in time)	29
2.4.6. Controle de Processos.....	29
2.4.7. Estudo de Capabilidade	29

2.4.8. Partes por Milhão – defeitos.....	30
2.4.9. Análise dos modos de falha e defeito de máquinas	30
3. METODOLOGIA.....	31
3.1. Elaboração dos casos de pesquisa.....	31
3.3 Aplicação do questionário e organização dos dados	34
3.4 Análise da confiabilidade do questionário aplicado.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Avaliação do nível de importância das práticas de manutenção.....	38
4.2. Grau de utilização e nível de aplicação da manutenção	44
5. CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA.....	52
APÊNDICE B – MATRIZ NÍVEL DE IMPORTÂNCIA	55
APÊNDICE C – MATRIZ NÍVEL DE APLICAÇÃO.....	56

1. INTRODUÇÃO

O número cada vez maior de instalações produtivas complexas ao longo do tempo foi acompanhado pelo desenvolvimento das técnicas de manutenção cada vez mais elaboradas, exigindo conhecimento técnico mais especializado por parte dos profissionais. Portanto, a evolução dessa ferramenta colocou-a como pilar estratégico nas empresas para obtenção de melhores resultados, visto que por meio dela é possível antecipar e evitar paradas indesejadas, programando-se para uma intervenção em momento mais apropriado, dessa forma, não prejudicando os compromissos de produção (SOUZA; GOMES; FERNANDES, 2010).

Em âmbito nacional, o mercado brasileiro está inserido em um cenário economicamente globalizado e altamente competitivo, o que tem gerado um aumento, por parte das empresas, pela busca ao aperfeiçoamento de seus processos produtivos, uma vez que o domínio e entendimento dessas ações produtivas são indispensáveis para excelência em suas operações (MENDES; RIBEIRO, 2013).

Cada vez mais o processo de manutenção tem sido evidenciado, uma vez que quando bem aplicado, torna-se uma ferramenta de maior importância, principalmente na gestão estratégica empresarial, por ser capaz de gerenciar a complexidade organizacional, garantindo o alcance dos objetivos e das metas (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2017).

Para que o gerenciamento industrial seja efetivado, faz-se necessário a elaboração de um programa de gestão de manutenção consolidado, que estruture e trace métodos das tarefas a serem executadas, permitindo assim que os equipamentos atinjam níveis de excelência em termo de confiabilidade e disponibilidade. A confiabilidade diz respeito à probabilidade que um produto, equipamento ou sistema, tem de exercer suas funções sem falhas, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições específicas predeterminadas, ou seja, é associada a confiança que se tem neles (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2017).

A manutenção está diretamente relacionada à redução de custos e, conseqüentemente, ao aumento do faturamento. Dessa forma, melhorias na confiabilidade e disponibilidade podem influenciar de forma significativa no crescimento da competitividade dessas organizações (MENDES; RIBEIRO, 2013).

A problemática de pesquisa a ser tratada traz a gestão da produção como uma questão de diferencial competitivo relevante. Levando em consideração a manutenção como principal critério de competitividade, controle da produção e gastos com paradas não programadas, por exemplo.

Assim sendo, o presente trabalho levanta a seguinte indagação: como as práticas da manutenção influenciam no desenvolvimento do setor metal-mecânico de São Luís – MA, assim como, qual o grau de utilização e da importância dada a essa prática da gestão da produção e operação.

Nessa perspectiva, o desenvolvimento de conhecimentos científicos ocorre em decorrência dos resultados obtidos em um processo que exige uma metodologia de amparo ao pesquisador na elaboração, produção e conclusão da pesquisa (YIN, 2005). O trabalho é de caráter descritivo, porque busca descrever as características de uma determinada população ou fenômeno, examinar opiniões e atitudes de interesse cultural de uma região e, descobrir ou verificar a existência de associações e relações entre variáveis (GIL, 2002).

Em relação aos métodos utilizados, será desenvolvida a partir de estudos de casos utilizando um levantamento tipo “*survey*”, ou seja, uma avaliação e análise detalhada de uma amostra significativa acerca da problemática em questão, com o intuito de extrair informações dessa amostra e, por conseguinte generalizar tais conclusões para a população. Para coleta de dados fez-se aplicação de questionários, e para compilação dos dados usou-se o software Microsoft Excel 2010.

1.1 Justificativa

Apesar dos avanços tecnológicos, a manutenção ainda não é uma prática consolidada, pois, para garantia de sua produção, as organizações são dependentes de suas máquinas e equipamentos, estes por sua vez devem estar vinculados a uma manutenção adequada e eficiente, de acordo com sua necessidade e complexidade (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2017).

Em virtude desse cenário, alguns setores da economia nacional ainda têm muito a melhorar no que tange a competição mundial por qualidade e preço. Não é algo utópico, mas, para isso, as empresas devem trabalhar, se possível, em conjunto na busca de padronizarem a qualidade de seus produtos. Pensando nisso, este trabalho almeja avaliar o setor metal mecânico de São Luís – MA, quanto à importância que a prática da manutenção, devido à sua participação na qualidade e preço dos produtos, recebe dentro do distrito industrial. É importante frisar que o resultado dessa análise não deve ser estendido a um patamar nacional, restringindo-se à região delimitada pela amostragem.

O setor metal mecânico possui grande relevância em termos de produtividade e geração de trabalho, sendo constituído por várias empresas. Porém, poucos estudos abordam o grau de utilização da manutenção nessas empresas aliada a todas as práticas da gestão da produção e operação, de maneira que objetivem melhoria na competitividade do setor e com isso das melhorias sociais e econômicas da região.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as práticas de gestão da produção e realizar um estudo teórico aprofundado no tema manutenção, com o intuito de compreender o nível de importância que esta recebe dentro do setor metalmeccânica de São Luís, além disso, entender as práticas de manutenção realizadas nas empresas deste setor, de modo que, consiga-se analisar e diagnosticar o quanto é importante a manutenção na competitividade dessas empresas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Fazer um levantamento bibliográfico, buscando artigos, monografias, livros, dissertações e teses que discorrem sobre o tema.
- Analisar os dados de um questionário aplicados às empresas do ramo metalmeccânica de São Luís – Ma;
- Apresentar as análises dos processos de gestão da produção e operações das empresas estudadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são apresentados os tópicos para embasamento teórico do desenvolvimento deste trabalho, de modo que, seja compreendido os conceitos que envolvem a gestão da manutenção.

2.1 Conceito De Manutenção

Black (1991), definiu o processo de manutenção como qualquer ação realizada em uma máquina ou peça, entre outros, mantendo-as ou restaurando-as, com o intuito de que permaneçam em estado operacional normal ou que retornem à sua função ideal, levando em conta as condições para o qual foram projetadas (BLACK, 1991).

Esse processo consiste em toda ação necessária para preservação de um produto ou restauração ao seu estado ideal em condições específicas, levando em conta que suas funções, qualidade, custos e tempo de uso sejam garantidos de maneira adequada (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2017).

Dessa forma, pode ser entendido como um conjunto de ações que almeja um bom funcionamento por parte de uma máquina e/ou equipamento pelo maior período possível, evitando defeitos ou quebras indesejáveis (NETO e LIMA, 2002). A manutenção apresenta como principal função prevenir uma deterioração prematura, e proporcionar o prolongamento ao máximo da vida útil dos equipamentos promovendo assim uma maior disponibilidade e a segurança de um excelente desempenho podendo ser acompanhada do retorno de investimentos (ASSIS; JUNIOR; FEITOZA, 2016).

No transcorrer dos últimos anos, o perfil dos mercados passou por grandes modificações em um curto intervalo de tempo, desafiando cada organização buscar maneiras de se inovar e se destacar no atual contexto econômico; menor custo, maior produtividade, maior qualidade, para, por fim, ser competitiva (SOUZA, 2016).

Falconi (2004) observou que parte do faturamento das empresas é perdido em questões internas, como abatimentos em vendas de produtos com má qualidade, privação da produção por equipamentos parados, estoque excessivo, desperdício no consumo energético, faturamento impreciso, etc (FALCONI, 2004).

Alguns autores consideram a manutenção como ponto de ligação entre os setores de produção de uma empresa, uma vez que sua execução está relacionada à retenção de custos, melhorias nos processos produtivos e na qualidade dos produtos, aumento da competitividade, sustentabilidade e longevidade das organizações no mercado atual (ASSIS; JUNIOR; FEITOZA, 2016).

Com o objetivo de prever sinalizações de possíveis paradas não programadas, faz-se indispensável o uso de um sistema de manutenção com a finalidade de monitorar as condições de funcionamento desses maquinários. Dessa maneira, é possível verificar que a garantia de

disponibilidade e confiabilidade de um equipamento pode ser relacionada à implantação de ferramentas de planejamento e controle, de forma otimizada, associando aos tipos de manutenções (ASSIS; JUNIOR; FEITOZA, 2016).

2.2 História da Manutenção

No período que antecede a Revolução Industrial, caracterizado por uma produção mais artesanal e geralmente feita sob encomenda, sem muitos maquinários e equipamentos, o processo de manutenção era praticamente inexistente (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2017). Durante a Revolução Industrial, junto ao desenvolvimento manufatureiro e a implantação do capitalismo, com o intuito de modificar os meios de produção e distribuição já existentes em organizações privadas e com grandes fins lucrativos (ASSIS; JUNIOR; FEITOZA, 2016).

No final do Século XIX, a partir do surgimento da mecanização nas indústrias, houve a necessidade dos primeiros reparos. Até então, a manutenção não tinha a devida importância, e as equipas especializadas para esse tipo de serviço, eram escassas (AHMED, 2017).

Concomitante ao surgimento de máquinas a vapor apareceu também pessoas que seriam responsáveis pela função de manutenção, considerados técnicos. Todavia, o trabalho deles consistia somente aos reparos, geralmente após o acontecimento de falhas. Diante disso, no Século XX, com o processo da globalização já iniciado, observou-se uma aproximação entre as organizações e, conseqüentemente uma maior integração política, social, econômica e cultural, facilitando assim o andamento da produção (ASSIS; JUNIOR; FEITOZA, 2016).

Com uma produção acelerada e aumento dos lucros, houve a necessidade de uma fabricação em maiores quantidades, por parte das empresas beneficiadas, desencadeando uma nova visão para o cenário, aumentando as dificuldades de elaboração e também na busca por produtos com mais qualidade, porém com preços reduzidos (NETO; LIMA, 2002). Atualmente, no mercado competitivo em que se encontra, o impacto da continuidade afeta desde empresas grandes, com experiência e tecnologias avançadas, até as pequenas, que precisam do mínimo de organização para sua produção (ASSIS; JUNIOR; FEITOZA, 2016; NETO; LIMA, 2002). Dessa forma, a história da manutenção pode ser dividida em 3 gerações:

2.2.1 1ª Geração – antes de 1940

Está relacionada ao período antecessor à Segunda Guerra Mundial. Tem como característica uma indústria pouco mecanizada, caracterizada pelo uso de máquinas simples e superdimensionadas. A manutenção realizada nessa época, do tipo corretiva, geralmente era executada após a ocorrência de falhas. (FIGUEIREDO, 2017).

Estudos ressaltam que, devido à conjuntura econômica da época, a questão da produtividade não era prioritária. Consequentemente, não havia a necessidade de uma manutenção sistemática, basicamente, existiam apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparos corretivos após a quebra (MARTINS; GOMES, 2017).

2.2.2 2ª Geração – 1940 a 1970

A segunda geração começa com a Segunda Guerra Mundial, prosseguindo até o início de 1970, período esse em que houve aumento da necessidade da manutenção dentro das empresas. As pressões decorrentes do período da guerra fizeram com que a demanda por todos os tipos de produtos crescesse, ao mesmo tempo em que o contingente de mão de obra industrial reduziu. Diante disso, esse período é marcado por um forte aumento da mecanização, e bem como a complexidade das instalações industriais (MARTINS; GOMES, 2017).

Dessa forma, ao observar o começo de uma dependência por um funcionamento adequado, surgiu um novo tipo de manutenção, a preventiva, uma vez que se tornou evidente que o aparecimento de defeitos e quebras em equipamentos poderia ser evitado (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2017).

Nesse período, a preocupação não era só a de corrigir falhas, mas também de evita-las, promovendo assim o desenvolvimento de processos que as prevenissem, o que junto a correção, ou manutenção corretiva, completariam o serviço de manutenção como um todo, tornando-a tão importante quanto o processo de produção (AHMED, 2017).

A partir de 1960, a competitividade do mercado se intensificou quando as maiores preocupações dos fabricantes passaram a ser custo e qualidade, o que até então predominava o volume da produção. Posteriormente, com o crescimento da complexidade nesse cenário, passou a se levar em conta o prazo de entrega e flexibilidade do mercado. Nesse caso, compreende-se por flexibilidade a capacidade de se adequar e operar em ambientes duvidoso e turbulento (MANCIO; SELLITTO, 2017).

2.2.3 3ª Geração – após 1970

Nessa fase, pontos que não eram considerados importantes, se tornaram indispensáveis. Entre eles, destacam-se: análise de riscos, relação de custos, monitoramento de sistema, entre outros. Desse modo, estabeleceu-se uma relação que vai desde as fases iniciais de implantação de um sistema, até a execução do projeto, fabricação, instalação e manutenção (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2017).

Junto ao desenvolvimento da automação, vieram também as falhas e/ou quebras, e suas consequências, interferindo na segurança do trabalho e no meio ambiente. Diante do exposto, objetivando o crescimento da produtividade, tornou-se indispensável uma melhoria nos índices de disponibilidade e confiabilidade (MARTINS; GOMES, 2017).

A competição por sucesso pelas empresas tem se tornado cada vez mais acirrada, o que tem gerado grandes mudanças no setor econômico. A competitividade pode ser caracterizada como uma relação de disputa entre organizações e/ou populações, por recursos considerados escassos, mas essenciais à sobrevivência. Estudos evidenciam que o sucesso ou fracasso de uma organização, está condicionado a sua capacidade de ter vantagem diante do requerimento de recursos, de densidade e diversidade organizacional, no que diz respeito aos produtos, serviços e padrões de consumo (PACIÊNCIA, 2017).

Atualmente, o cenário de mercado caracterizado por ser exigente, requer que as empresas tenham a prática de manutenção como estratégia para aumento de sua produtividade. A manutenção é planejada de acordo com a experiência dos funcionários, e conforme é orientado nos manuais dos fabricantes dos equipamentos. Para elaboração de um plano de manutenção é necessário levar em conta a estratégia para cada sistema e intervalo de tempo a ser respeitado entre elas (MENDES; RIBEIRO, 2013)

A manutenção mecânica é uma área da engenharia mecânica encarregada por preservar a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, de modo que previna e corrija defeitos mecânicos, evitando a degradação dos mesmos pelo desgaste natural decorrente do uso (RODRIGUES et al., 2017). No entanto, para segurança da obtenção de resultados excelentes, esse setor demanda que suas metas e objetivos sejam bem estabelecidos, incluindo a execução de cronogramas devidamente planejados e a presença de pessoas altamente capacitadas (MARTINS; GOMES, 2017).

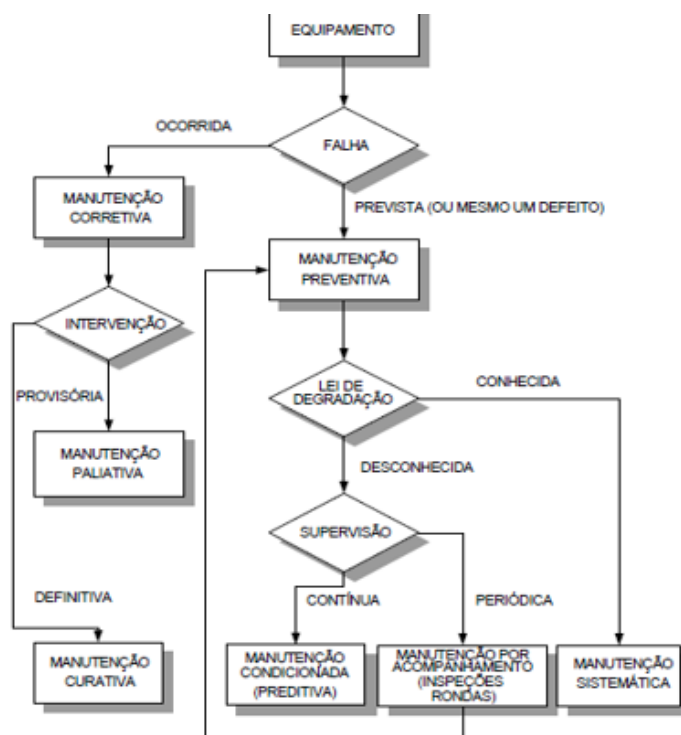
Entre os critérios usados para administração da gestão e planejamento da manutenção, destacam-se a obtenção de dados confiáveis a partir do controle de horas trabalhadas e quilômetros rodados pelos equipamentos, estipulação da periodicidade de revisões de acordo com o consumo de combustível, calibração de equipamentos, entre outros (MARTINS; GOMES, 2017).

Perante o exposto, para gerenciamento da manutenção, é indispensável a presença de um sistema adequado que informe sobre a frota de equipamentos, armazene os registros e horas trabalhadas de cada equipamento para um melhor controle, de modo que permita prever e estabelecer um prazo, programando assim as revisões preventivas periódicas (MARTINS; GOMES, 2017).

2.3 Tipos De Manutenção

Para Viana (2002) muitos autores abordam vários tipos de manutenção possíveis, que nada mais são do que as formas como são encaminhadas as intervenções nos instrumentos, máquinas, sistemas e instalações. A Figura 1, esquematiza os tipos e as fases de aplicação da manutenção.

Figura 1 - Tipos de manutenção



Fonte: Nunes (2001)

2.3.1. Manutenção Corretiva

“Manutenção corretiva é aquela efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida” (ABNT-NBR-5462-1994). Ou seja, é todo trabalho de manutenção a ser efetuado após o aparecimento de falhas, objetivando o restabelecimento da função requerida e eliminando-as (NUNES, 2001).

Refere-se à forma mais comum de reparo em um equipamento ou máquina que apresentou um problema. Consiste em um conserto realizado após o aparecimento de falhas, tornando-se dependente de mão de obra disponível e materiais necessários ao conserto. A frequência em que esse tipo de manutenção é executado varia, e é determinada pela confiabilidade do equipamento (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2017).

Esse tipo de manutenção pode ser classificada em paliativa, quando corresponde as intervenções realizadas de forma periódica com o propósito de que o equipamento volte apenas a funcionar, para posteriormente ser efetuado o conserto definitivo e, curativa, quando diz respeito às ações, consideradas definitivas, com o intuito das funções requeridas serem restabelecidas (NUNES, 2001).

Ao aplicar esse tipo de processo, é necessário que seja efetivado uma análise das possíveis causas das falhas e que a função normal seja restabelecida, para assim evitar a reincidência e/ou minimizar suas consequências sobre o sistema (AHMED, 2017).

Geralmente tem sua execução de forma complementar à manutenção preventiva, uma vez que independentemente do tipo ou nível em que a prevenção é aplicada, sempre haverá a presença de falhas residuais, que necessitarão dessas ações corretivas (NUNES, 2001).

2.2.2 Manutenção Preventiva

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

Segundo Pereira (2011), a manutenção preventiva surgiu primeiro na indústria aeronáutica, a partir da busca por uma maior disponibilidade e confiabilidade, que mantivesse essas organizações em um nível de competitividade no mercado alto (PEREIRA, 2011).

Refere-se a manutenção realizada com objetivo de diminuir ou prevenir eventuais falhas e/ou declínios no desempenho, respeitando o plano de manutenção e os períodos estabelecidos

(PACIÊNCIA, 2017). Ou seja, é aquela realizada quando uma falha ainda não foi identificada, apenas com o intuito de diminuir a probabilidade do aparecimento delas, sendo normalmente prevista ou programada (NUNES, 2001).

Esse tipo de manutenção objetiva manter o sistema ou máquina em seu estado operacional adequada, prevenindo assim a ocorrência de falhas. A partir de um plano de controle de manutenção, a execução de vistorias, de controles e serviços, ela é pré-determinada (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2017).

Pode ser aplicada pela lei de degradação, que leva em conta a percepção do progresso de desgaste dos equipamentos na medida em que forem usados, definida como manutenção preventiva sistemática, ou ainda pela condição e tempo de uso, se classificando em preditiva e por acompanhamento, respectivamente. A manutenção preventiva preditiva ou de monitoramento sob condição, diz respeito à supervisão de forma contínua dos parâmetros de controle. Já a do tipo por acompanhamento, ocorre quando se tem uso de inspeções ou rondas periódicas (NUNES, 2001).

As revisões de manutenção preventiva realizadas periodicamente são consideradas medidas de controle que auxiliam na identificação da necessidade de reparos, evitando assim a aplicação de manutenções corretivas, minimizando riscos de quebras e garantindo um bom funcionamento (MARTINS; GOMES, 2017).

2.2.3 Manutenção Preditiva

É um método fundamentado na detecção, através da monitorização e/ou aferição de parâmetros das condições de um item ou equipamento até que os limites de deterioração pré-determinados sejam alcançados, para assim auxiliar no diagnóstico dos problemas de forma prematura e evitar falhas inesperadas (AHMED, 2017).

Corresponde à manutenção baseada em alterações de parâmetros de condição ou desempenho, a qual o monitoramento obedece a uma sistemática (PACIÊNCIA, 2017). Geralmente é aplicada através de supervisões contínuas e por monitoração do desempenho dos equipamentos e de parâmetros de controle (NUNES, 2001).

Quanto ao acompanhamento das condições dos equipamentos, Baptista et al. (2018) observou que esse tipo de manutenção se assemelha a uma inspeção sistemática. Através dela é possível que a qualidade do serviço seja assegurada, a partir da aplicação das técnicas de análise.

O tipo de manutenção a ser aplicada varia conforme as necessidades do processo produtivo, de forma que permita maximização da produção a baixo custo, tornando-os economicamente competitivos. Para definir qual estratégia será usada, são levados em conta fatores como a disponibilidade de recursos e orçamentos, tempo para manutenção, capacitação de funcionários, entre outros. (RODRIGUES et al., 2017).

A alta competitividade exige das organizações que seus processos de produção estejam ligados ao sistema de manutenção e o tenham como prioridade, uma vez que estabelecem uma relação direta com o produto final (ASSIS; JUNIOR; FEITOZA, 2016).

O gerenciamento de forma adequada da manutenção é indispensável para garantir um bom desempenho operacional. A partir do estabelecimento do planejamento, controles e rotinas é possível atingir eficiência no quesito disponibilidade, qualidade de produtos e custos competitivos, porém, para que isso ocorra, faz-se necessário a definição estratégica de acordo com as especificidades dessas organizações (RODRIGUES et al., 2017).

As operações de manutenção quando bem aplicadas, geram benefícios como redução da inatividade, expansão da produtividade e permanência do nível funcional de produtos. Quando as ações de inspeção, trocas e consertos de equipamentos, intervalos de manutenção são identificados e definidos, o desenvolvimento desses planos de manutenção se torna uma atividade de fácil aplicabilidade. Entre os principais indicadores a serem otimizados, é possível destacar a confiabilidade, disponibilidade, custos de manutenção total, taxas de uso, de falhas e de degradação (RODRIGUES et al., 2017).

2.4. Práticas de gestão da produção e operação

As empresas com maior destaque no mercado são consideradas como referências no setor para as demais. Mas, para conseguir esse destaque essas empresas devem atingir a excelência em gestão e para isso devem adotar as boas práticas de gestão da manutenção. Em uma empresa, a produção e operação são engrenagens que movem o sistema e que precisam ser bem elaboradas e executadas, impactando diretamente na qualidade dos produtos e serviços que uma empresa pode oferecer (MOURA; BANZATO, 1996). Dessa forma, a seguir são apresentados os principais critérios a serem desenvolvidos por uma organização a fim de obter boas práticas na gestão da produção e operação.

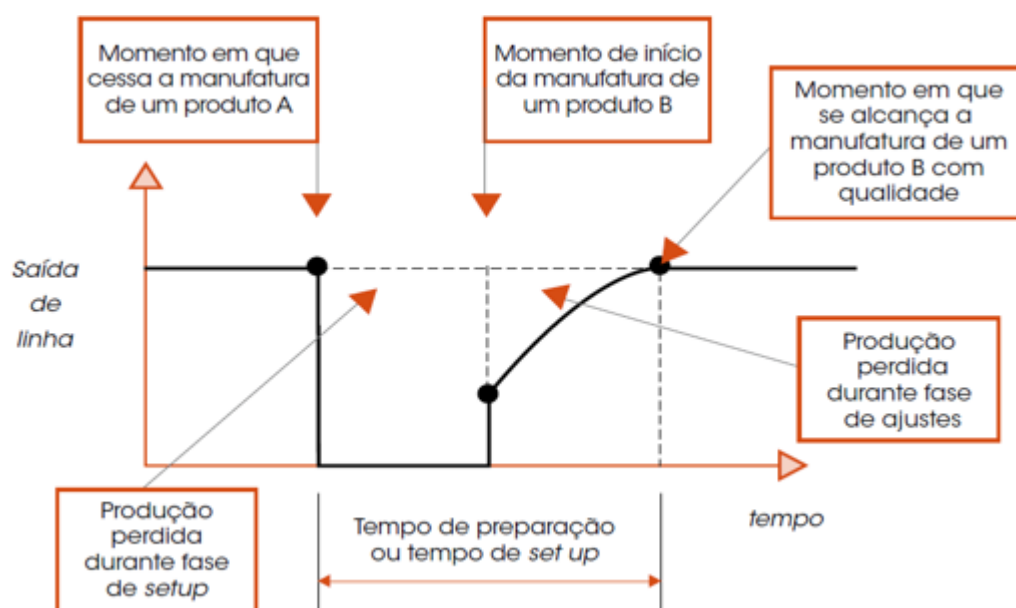
2.4.1. Tempo de Setup

O Tempo de Setup é definido por Moura e Banzato (1996), como sendo o tempo correspondente a execução de todas as tarefas necessárias desde o momento em que se tenha completado a última peça do lote anterior até o momento em que, dentro do coeficiente normal de produtividade, se tenha feita a primeira peça do lote posterior (MOURA; BANZATO, 1996).

Alguns autores o definem como o tempo gasto com a preparação dos recursos antes do início da produção: troca de moldes, esterilização, reprogramação, calibragem, etc; algo considerado indesejável, porém necessário ao processo produtivo. Portanto, é tempo que se leva entre o fim de uma produção até o início da outra. Por ser um dos fatores que afeta diretamente tanto no faturamento da empresa quanto no valor final do produto, é considerado um dos principais problemas a serem enfrentados pelas empresas (SOUZA, 2016).

O tempo de setup pode ser classificado em externo, quando se refere ao tempo para preparação da máquina sem pausar a produção, e interno, correspondente ao tempo de preparação de máquina que está sem realizar nenhum procedimento (SOUZA, 2016). A Figura 2, ilustra o diagrama Tempo de Setup.

Figura 2 - Tempo de Setup



Fonte: Bacchi, Sugai e Novaski (2005) apud Satorle e Calarge (2008)

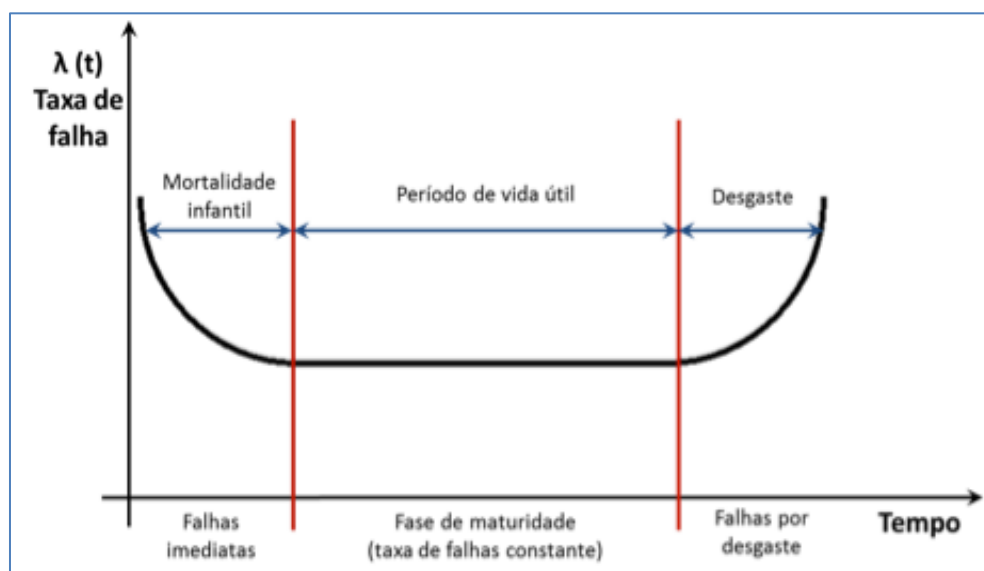
Estudos mostram que através da diminuição do tempo de setup, organizações tem buscado um melhor desempenho na produtividade, conseqüentemente uma maior eficiência e qualidade (SOUZA, 2016). O tempo de setup abrange quatro funções, como a preparação da matéria-prima, fixação e remoção de matrizes e ferramentas, centragem e determinação das dimensões das ferramentas e, processamentos iniciais e ajustes (ELIAS et al, 2008).

2.4.2. Idade Média dos Equipamentos

Todo equipamento, ou máquina, é projetado conforme a função básica a ser desempenhada por ele. Dessa forma, esse equipamento ou máquina apresenta um tempo de vida útil e ciclo de vida. Como são considerados recursos de entrada no sistema produtivo, a idade média dos equipamentos e máquinas podem comprometer o seu funcionamento, acarretando um aumento da taxa de falhas e interferir na qualidade do produto final (PACIÊNCIA, 2017).

Quando o desempenho previsto por um equipamento não é alcançado, é possível constatar uma falha, que pode ser identificada através de uma interrupção na produção, operação em regime instável, redução na quantidade produzida, deterioração ou perda da qualidade do produto e, perda da função de comando e proteção (JUNIOR, 2016).

Figura 3 - Curva característica da vida de equipamentos



Fonte: Kardec e Nascif (2011)

A curva da banheira (ver Figura 3) expressa a taxa de falha de um equipamento ou sistema em função de tempo. É subdividida em três períodos distintos. O primeiro período, conhecido

como mortalidade infantil, em que há grande ocorrência de falhas por componentes como fabricação e peças defeituosas, projetos irregulares, mão de obra destreinada ou até mesmo por problemas de instalação, no entanto elas se dão de forma decrescente (PACIÊNCIA, 2017). Para essa fase é recomendada a manutenção do tipo corretiva, onde as falhas serão primeiro identificadas, para posteriormente serem corrigidas (JUNIOR, 2016).

O segundo, denominado por vida útil ou maturidade, apresenta uma taxa de falha evidentemente menor e constante ao longo do tempo, geralmente decorrentes de elementos com menor poder de controle, como a fadiga, corrosão acelerada, erros humanos, sobrecarga, operações inadequadas, entre outros (PACIÊNCIA, 2017). Nesse período, é sugerida a execução da manutenção preditiva, uma vez que quando um equipamento alcança o limite determinado, faz-se necessário a realização de inspeções periódicas e planejadas, antes que aconteçam as falhas (JUNIOR, 2016).

Já o terceiro e último, intitulado por envelhecimento ou degradação, corresponde ao aumento da taxa de falhas por desgaste natural, corrosão, fim da vida útil de forma proporcional com o passar do tempo (PACIÊNCIA, 2017). Nesse estágio, aconselha-se a manutenção preventiva, objetivando substituições preventivas dos componentes, com o intuito de aumentar a vida útil e reduzir paradas inesperadas (JUNIOR, 2016).

2.4.3. Custos de Má Qualidade

Sempre foi possível estabelecer uma relação entre qualidade e custo dentro da produção de bens e serviços. Diante disso, é de extrema relevância ponderar a respeito dos aspectos econômicos que circundam a qualidade do produto final, uma vez que a falta dela promove perdas (PACIÊNCIA, 2017).

Segundo Carvalho et al. (2005), os custos de má qualidade podem ser classificados em custo de falhas internas e em custos de falhas externas. O primeiro, diz respeito aos custos apontados antes da saída do produto para o consumidor, ou seja, são provenientes de falhas identificadas ainda nas empresas, estes podendo ser ou não reaproveitados. Já o segundo, refere-se as falhas que acontecem quando o produto chega ao consumidor final ou se tem um serviço defeituoso. Geralmente, estão associados com atividades que ocorreram em um ambiente externo a empresa ou com custos ocasionados após a entrega ao cliente (PACIÊNCIA, 2017).

2.4.4. Planejamento e Controle da Produção

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) têm como função controlar a administração de recursos, assegurando que as metas estabelecidas sejam alcançadas com eficiência (CAPATTO; RODRIGUES, 2017).

É um sistema onde informações recebidas como estoque, vendas agendadas, modos de produção, capacidade produtiva, entre outras, serão transformadas em ordens de produção, isto é, trata-se de um sistema com a capacidade de recebimento, controle e processamento de dados internos de uma organização, de maneira que os setores dessa mesma empresa sejam interligados. O PCP tem como propósito coordenar e aplicar os recursos de produção com intuito de atender aos objetivos estipulados em curto, médio ou longo prazo (LUSTOSA et al., 2008).

2.4.5. Filosofias e Ferramentas JIT (Just in time)

Just in time (JIT), definido como uma filosofia de manufatura é baseada no planejamento de eliminação de todo o desperdício e no aperfeiçoamento contínuo da produtividade, ao envolver uma boa execução de todas as atividades necessárias para produção de um produto (PACIÊNCIA, 2017).

A partir da ideia central de diminuir de forma considerável, ao longo de um sistema de produção, os estoques de produtos, o JIT é aplicado através de ferramentas como uma produção em pequenos lotes, setup zero, envolvimento de trabalhadores diminuição do lead time, entre outros (SANTIAGO; MACEDO; VILLAR, 2008).

2.4.6. Controle de Processos

Em uma linha de produção, nem todas as unidades a serem reproduzidas serão da mesma maneira, ou idênticas. Isso se deve à presença de pequenas variações, consideradas inerentes aos processos de fabricação. O controle estatístico do processo (CEP) avalia o comportamento do processo de fabricação a partir do uso de técnicas estatísticas, para assim efetuar ações de melhoria e de correção, para que o mesmo permaneça dentro das condições já preestabelecidas (PACIÊNCIA, 2017).

2.4.7. Estudo de Capabilidade

Estudo de capacidade ou análise de capacidade refere-se ao estudo da capacidade do processo, levando em conta as suas especificidades. É um indicador estatístico usado para avaliar e quantificar o nível de desempenho de um sistema em atender as especificações do produto final, ou seja, identifica se o processo de produção se encontra em condições adequadas para assegurar a qualidade desse processo e do produto final (PACIÊNCIA, 2017).

2.4.8. Partes por Milhão – defeitos

Partes por milhão (PPM) é considerado um indicador de avaliação qualitativa dos fornecedores e quantitativa do índice de peças a serem excluídas por não conformidades, fortificando a relação entre as gestões de qualidade e de produção. O PPM é obtido a partir de uma estatística de quantas não-conformidades podem ocorrer em um milhão de peças fornecidas (PACIÊNCIA, 2017). Para o cálculo aplica-se a equação 1, onde a habilidade do fornecedor de contemplar as necessidades em relação ao material fornecido será avaliada.

$$\text{PPM} = \frac{\text{Total de não conformidade}}{\text{Peças fornecidas}} \times 1\text{M} \quad \text{Eq. 1}$$

2.4.9. Análise dos modos de falha e defeito de máquinas

A análise dos modos de falha e defeito ou *failure mode and effect analysis* (FMEA), consiste em uma técnica de reconhecimento de causa e efeito de falhas em um sistema de produção. Sua aplicação garante alguns benefícios como a redução do tempo de ciclo, do custo total e dos riscos para os clientes, além de precaver defeitos e diminuir a ocorrência de falhas (CAPATTO; RODRIGUES, 2017).

Tem como objetivo a identificação, quantificação e anulação de falhas e defeitos provenientes de planejamentos e processos que possuem erros. Na área de manutenção, como adaptação ao FMEA, surgiu a análise dos modos de falha e defeitos de máquinas ou *machine failure mode and effect analysis* (MFMEA), com o intuito de estabelecer as possíveis causas de falhas de uma forma mais estruturada, tendo sua aplicação de forma mais acessível em equipamentos (CAPATTO; RODRIGUES, 2017).

3. METODOLOGIA

O presente estudo se caracteriza por ser de caráter descritivo, com uma abordagem quantitativa, sendo desenvolvido a partir de estudos de casos por meio do levantamento tipo “survey”.

“Survey” refere-se a uma avaliação analítica detalhada de uma amostra significativa a respeito da problemática em questão, com o objetivo da obtenção de dados, para posteriormente generalizar tais conclusões para a população (BABBIE, 1999).

Pesquisas baseadas em “survey”, geralmente são usadas para estudar fenômenos nas diversas áreas de engenharia. Estudos dessa natureza tem como propósito a contribuição para o conhecimento, a partir de coleta de dados sobre indivíduos ou sobre o ambiente, o qual eles participam.

3.1. Elaboração dos casos de pesquisa

A pesquisa se dá em cima da aplicação de questionário respondidos pelos colaboradores das empresas do ramo metalmeccânica de São Luís. A primeira etapa foi a elaboração do questionário, seguido da determinação do tamanho da amostra, já que o setor é constituído de 94 empresas de pequeno, médio e grande porte (SINDIMETAL, 2017). A terceira etapa foi determinar quais delas seriam estudadas e realizar a aplicação do questionário e por último analisar os dados coletados.

O instrumento de coleta dos dados a serem analisado nesta pesquisa foi baseado no levantamento do tipo “Survey”. De acordo com Fonseca (2002), esse tipo de levantamentos, consiste na coleta de dados e informações por meio de ferramentas de pesquisas, levando em consideração opiniões e características de grupos de pessoas que são referência de uma determinada população.

O questionário para aquisição dos dados utilizados nesse trabalho foi realizado com o auxílio do ex-aluno Jorge Reis Paciência, que elaborou durante sua graduação no curso de Engenharia da Produção, um trabalho com fins semelhantes a este. E por ser um instrumento bastante utilizado para coleta de informações, o questionário foi a ferramenta escolhida para a realização da pesquisa.

Geralmente, o questionário se aproveita do uso de perguntas fechadas, com o objetivo de facilitar a catalogação dos dados. Para a presente pesquisa, o questionário (Apêndice A) foi composto somente por questões de múltiplas escolhas.

Entre as vantagens da aplicação do questionário, é possível destacar facilidades na execução, processo e análise, rapidez ao responder, menor possibilidade de erros e, entre outros. Já entre as desvantagens, está que sua preparação requer cautela e tempo para assegurar que todas as possíveis alternativas sejam oferecidas, o entrevistado pode se deixar influenciar pelas opções de respostas. (MATTAR, 1994).

O questionário foi estruturado em 4 partes:

- 1^a – Identificação da empresa
- 2^a – Identificação do entrevistado
- 3^a – Avaliação das práticas
- 4^a – Nível de importância das práticas

A primeira parte é composta por informações que vão desde os dados de contato da empresa, como nome, CNPJ, endereço, e-mail, telefone e site, até informações que se estendem ao mercado, colaboradores, qual segmento pertence e principais clientes. Destaca-se que esses dados possuem apenas caráter informativo para a pesquisa. A segunda parte é constituída por informações do perfil do entrevistado, como nome, cargo, departamento, etc.

Na terceira parte, encontram-se as avaliações das empresas, levando em conta as práticas de gestão da produção e operações. Ao todo, são dez práticas, com cinco opções de respostas, variando conforme a prática é executada e convertida para uma escala numérica de 0, 25, 50, 75, 100. Vale ressaltar que para não induzir o entrevistado a determinadas respostas, essas ponderações não estão presentes no questionário, estando visíveis apenas para o pesquisador.

Essa variação indica o nível de aplicação da prática, desde uma prática desenvolvida de maneira exemplar, obtendo 100, até uma prática inexistente ou executada de maneira muito básica, obtendo nota 0, considerando também valores intermediários.

Já a quarta e última parte, é integrada pelo nível de aplicação das práticas, onde cada prática é avaliada seguindo uma escala de Likert:

- ✓ Importância irrelevante (1),
- ✓ pouca importância (2),
- ✓ Importante (3),
- ✓ muito importante (4),

✓ Extremamente importante (5).

Essa escala objetiva identificar, por parte do gestor responsável pela produção, qual o nível de importância para a atividade da empresa de cada prática. Os dados coletados foram analisados no software Microsoft Excel 2010.

Para o levantamento da amostra foi utilizada a técnica da amostragem probabilística casual. Enquanto a amostra probabilística permite que sejam feitas inferências isentas sobre a população de interesse, a amostra casual ou aleatória é composta por elementos selecionados ao acaso da população, assegurando a todo elemento a mesma probabilidade de ser amostrado (VIEIRA, 1999; LEVINE et al., 2011).

O cálculo para o tamanho da amostra foi fundamentado em um método de estimativa de amostra probabilística para uma população finita, fato este que só ocorre quando o estudo não é censitário, ou seja, quando o conjunto total dos componentes do universo não é compreendido, manifestando a necessidade de investigar apenas uma parte dessa população (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Esse método foi escolhido para que os elementos que compusessem a amostra fossem selecionados de forma aleatória. Por se tratar de empresas privadas e ter seu acesso mais restrito, foi adotado um intervalo de confiança de 80%. A determinação do tamanho da aproximação da amostra foi realizado a partir da Eq. 2 (SILVA, 2014):

$$n_0 = \frac{1}{E^2} \quad \text{Eq. 2}$$

Em que:

n_0 - Aproximação do tamanho da amostra;

E - Erro amostral tolerável;

Com o valor de n_0 obtido na Eq. 2 e substituindo na Eq. 3, o valor da amostragem que será utilizado para a aplicação do questionário é encontrado (SILVA, 2014):

$$n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0} \quad \text{Eq. 3}$$

Em que:

N - Número de elementos da população;

N - Tamanho da amostra;

A partir da aplicação das Eq. 2 e 3, a amostra a ser estudada foi definida em 20 empresas. O passo seguinte foi determinar em quais empresas seriam aplicados os questionários. Para isso, as empresas foram numeradas de 1 a 94. Depois foi colocado em uma caixa fichas numeradas de 0 a 9, assim, a primeira ficha sorteada preenchia o primeiro algarismo e a segunda o segundo algarismo que compunha o número de uma determinada empresa. Assim foi feito até que o tamanho da amostra em um total de 20 empresas fosse alcançado.

3.3 Aplicação do questionário e organização dos dados

Há inúmeras maneiras para realizar a coleta de dados, porém é necessário que a confidencialidade dos mesmos seja assegurada. No presente trabalho, essa coleta se deu através de investigação, entrevistas e aplicação de questionários.

O primeiro passo para aquisição das informações é entrar em contato com os representantes das empresas sorteadas para a aplicação do questionário.

Os questionários foram respondidos por diretores, gestores ou supervisores da produção, uma vez que são considerados conhecedores das ferramentas avaliadas, fornecendo respostas mais direcionadas à pesquisa.

Para melhor compreensão por parte dos entrevistados, os objetivos da pesquisa foram explicados, deixando-os cientes do propósito da coleta dos dados, o que gerou mais compromisso quanto ao fornecimento de respostas, validando a veracidade das informações e dando cientificidade ao estudo. Com os questionários preenchidos em mãos prosseguiu-se à próxima etapa, que é organizar os dados em planilhas do Excel e analisar a confiabilidade das informações coletadas.

3.4 Análise da confiabilidade do questionário aplicado

A confiabilidade de um instrumento de medida tem diferentes aspectos. Dessa forma, há diferentes estatísticas para estimar confiabilidade e cada qual avaliando um aspecto da conformidade do instrumento.

Após o retorno dos questionários respondidos, fez-se uma avaliação da consistência interna do questionário utilizando o coeficiente α de Cronbach. Segundo Levine et al. (2011), esse coeficiente mede a correlação entre respostas em um questionário através da análise do perfil das respostas dadas pelos respondentes (LEVINE et al, 2011). O alfa de Cronbach é

definido pela Eq. 4, onde α pertence ao intervalo 0,1:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k Si^2}{St^2} \right) \in [0,1] \quad \text{Eq. 4}$$

Em que:

K - Número de itens do questionário;

Si^2 - Variância de cada item;

St^2 - Variância total do questionário, determinada pela soma de todas as variâncias.

As variâncias foram calculadas pela Eq. 5:

$$S^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} \quad \text{Eq. 5}$$

Como o questionário foi aplicado em 20 empresas o valor de $n = 20$, possuindo 20 perguntas, sendo o valor de $k = 20$, possuindo 5 opções de resposta para cada pergunta.

Na terceira e quarta parte do questionário, o nível de uso da ferramenta das práticas foi convertido em uma escala dedutiva de Likert (LIKERT, 1932). Após essa conversão, cada opção de resposta foi novamente convertida, dessa vez em escores que variaram de 1 a 5, como o exemplo da Tabela 1.

Tabela 1 - Conversão da escala “Tempo de SETUP”

Informal	Procedimento Documentado	Tempo < 60 min	Tempo < 40 min	< (SMED)
Ruim ou Inexistente	Regular	Boa	Muito boa	Excelente
1	2	3	4	5

Fonte: (LIKERT, 1932)

Então de acordo com a resposta do colaborador é atribuída uma determinada pontuação que varia de 1 a 5, como ilustrado na Tabela 2. Por exemplo, na avaliação do tempo de setup de uma linha de produção o tempo < 40 min a pontuação é 4 e é considerada muito boa. O objetivo de tudo isso foi converter as respostas do questionário em escores, como 1, 2, 3, 4 e 5,

para então se chegar ao coeficiente Alfa de Cronbach, que mostrará a confiabilidade do questionário.

Tabela 2 - Conversão das escalas em escores

Importancia Irrelevante	Pouco Importante	Importante	Muito Importante	Extremamente Importante
1	2	3	4	5

A partir da Tabela 3, com valores de α acima de 0,60 é possível considerar os questionários como satisfatórios. Sendo o α do questionário do estudo $\geq 0,80$, pelo (APÊNDICE B) constata-se que o questionário possui uma alta confiabilidade.

Tabela 3 - Confiabilidade a partir do coeficiente α de Cronbach

Confiabilidade	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
Valor de α	$\alpha \leq 0,30$	$0,30 \leq \alpha \leq 0,60$	$0,60 \leq \alpha \leq 0,75$	$0,75 \leq \alpha \leq 0,90$	$> 0,90$

Fonte: Freitas e Rodrigues (2005)

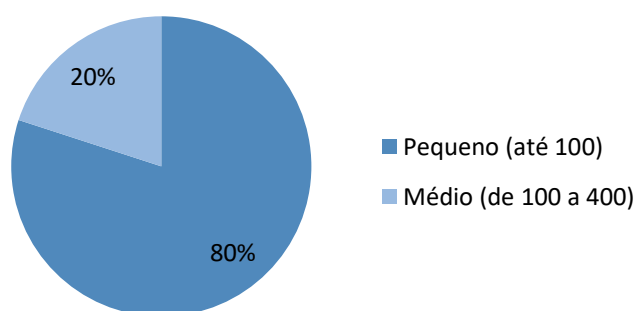
Depois de constatada a confiabilidade do questionário da pesquisa, os dados foram processados no software Microsoft Excel 2010.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A principal característica da indústria metalmeccânica é o seu sistema de trabalho que tradicionalmente se trabalha por encomenda, e não em produção contínua e em série, portanto, trabalha-se com uma grande diversidade de produtos (SEBRAE, 2008).

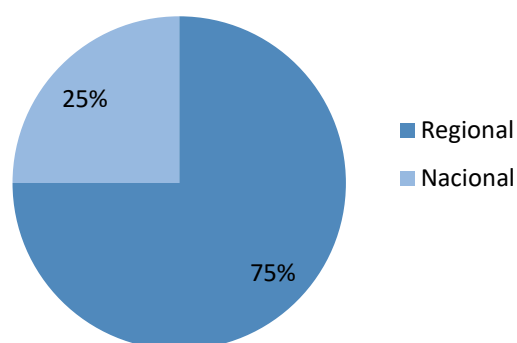
A Figura 4 ilustra o porte das empresas quanto a quantidade de colaboradores. Nele fica evidente que 80% das empresas pesquisadas são de pequeno porte, e apenas 20% são de médio porte, não havendo empresas de grande porte.

Figura 4 - Quantidade de colaboradores



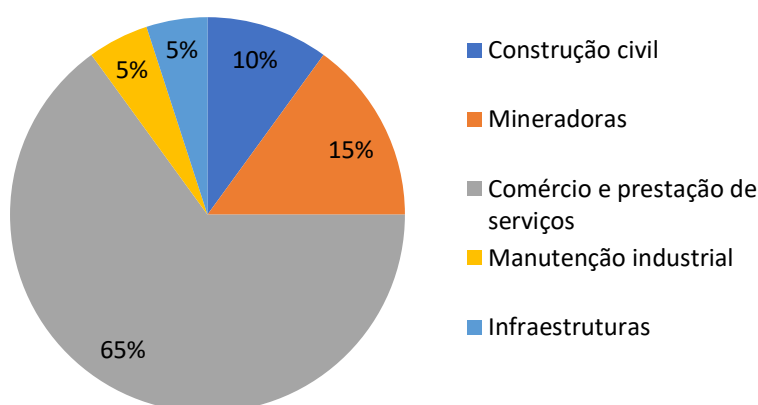
Dentre as vinte empresas avaliadas, constatou-se através do questionário que apenas 25% abrangem o mercado nacional e 75% o mercado regional. Portanto conclui-se que não há empresas com abrangência internacional. A Figura 5 apresenta o gráfico com esses dados.

Figura 5 - Abrangência de mercado



Em relação aos nicho de clientes das empresas, percebe-se um domínio do comércio e da indústria de serviços como principais clientes do setor, com um percentual de 65%, sendo a construção civil, mineradoras, infraestrutura e a indústria de manutenção com baixo percentual de clientes com 10%, 15%, 5% e 5% respectivamente, como ilustrado no gráfico da Figura 6. Algumas empresas fornecem serviços a diversos clientes, mas para avaliação neste trabalho foi avaliado apenas os que mais demanda os produtos e serviços da empresa.

Figura 6 - Principais clientes



4.1 Avaliação do nível de importância das práticas de manutenção

Para avaliar a importância dada à prática da manutenção, foi necessário elaborar um questionário abordando todas as práticas da gestão da produção e operação. O intuito foi gerar maior confiabilidade na pesquisa, evitando vieses¹ de ancoragem, onde este faz com que a exposição prévia a uma informação nos leve a considerá-la fortemente na tomada de decisão ou na formulação de estimativas (KAHNEMAN, 2012).

Isso foi explicado nos anos 1970, por dois psicólogos, Amos Tversky e Daniel Kahneman, baseando-se na noção da racionalidade limitada de Herbert Simon, que afirma que

¹ Um viés cognitivo (ou tendência cognitiva) é um padrão de distorção de julgamento que ocorre em situações particulares, levando à distorção perceptual, julgamento pouco acurado, interpretação ilógica, ou o que é amplamente chamado de irracionalidade.

a maioria das pessoas são só parcialmente racionais, mas também estas atuam através de impulsos emocionais não totalmente racionais em muitas de suas ações (KAHNEMAN, 2012).

A pesquisa procurou mensurar o quão bem essas práticas são desenvolvidas dentro da organização e a que nível vêm sendo executadas, e para isso adotou a forma de avaliação mostrada na Tabela 4, que contém ponderações que medem o grau de desenvolvimento de cada componente do sistema gestão da produção e operação na empresa.

Tabela 4 - Exemplo de avaliação das empresas

Prática/Critério	0	25	50	75	100
Tempo de setup (médio da fábrica)	Informal	Procedimento documentado	Tempo < 60 min	Tempo < 40 min	<10(SMED)
PCP	Informal	Planilhas eletrônicas (Excel, cálc., etc)	Software	MRP I e MRP II	ERP
Custos da (má) qualidade	Desconhecidos	Monitora	1-10% faturamento	<1% faturamento	<0,5 faturamento
Manutenção	Corretiva	Plano de manutenção informal	Preventiva	Preditiva	TPM
Estudos de Capabilidade	Informal	Processos instáveis	Processos estáveis	CEP	Cpk > 1,33
Controle de Processos	Parâmetros informais	Parâmetros formais	Parâmetros controlados	Instrumentos calibrados	Estudo de capacidade
Defeitos – PPM	Desconhecidos	Conhecidos	1-10%	<1000ppm	<500 ppm
Filosofias e ferramentas JIT	Não utiliza	Uma	Duas	Três	Muitas
Desenvolvimento de fornecedores	Informal	Formal	Monitora desempenho	Programa de capacitação	Estabelece parcerias
Idade média dos equipamentos	Desconhecida	Maior que 20 anos	Monitora desempenho	Programa de capacitação	Estabelece parcerias

Fonte: Jacomé, Carmo e Albertin (2013)

Sabendo a forma como seriam analisadas as empresas, prosseguiu-se à obtenção das ponderações com base na Tabela 4 decorrente da aplicação dos questionários.

Como resultado tem-se as Tabela 5 e Tabela 6 com a matriz nível de importância e a matriz nível de aplicação, respectivamente. Vale ressaltar que ambas são tabelas resumo, devido ao número elevado de dados que as compõe. As tabelas com os valores completos encontram-se nos Apêndices C e D, respectivamente.

As colunas das tabelas mostram as práticas avaliadas em todas as vinte empresas, evidenciando cada ponderação obtida, onde X1, X2, X3..., X20 representam as organizações avaliadas e o valor contido sozinho na última linha corresponde ao somatório da última coluna.

Tabela 5 - Matriz Nível de importância

Gestão da Produção	X1	X2	X3	X4	X5	...	X18	X19	X20	Pontuação
Tempo de setup	5	5	5	3	5	...	5	4	4	84
PCP	4	4	5	5	4	...	5	5	5	93
Estudo de Capabilidade	1	4	5	3	3	...	4	3	4	72
Custo da (má) qualidade	5	5	5	5	2	...	5	5	4	87
Controle de processos	5	5	5	4	3	...	5	3	4	79
Defeitos - PPM	4	4	5	5	5	...	4	4	4	80
Manutenção	5	5	5	3	4	...	5	5	4	92
Ferramentas JIT	5	4	5	3	2	...	4	3	4	73
Desenvolvimento de fornecedores	5	5	5	2	3	...	4	4	4	84
Idade dos equipamentos	4	3	5	2	2	...	4	3	4	66
									Total	810

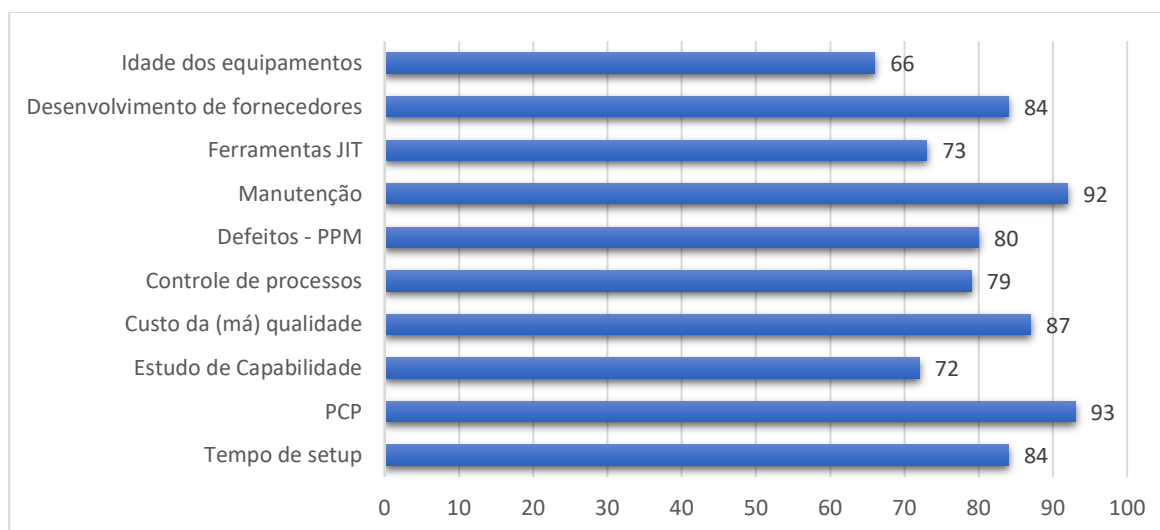
Tabela 6 - Matriz Nível de aplicação

Gestão da Produção	X1	X2	X3	X4	...	X18	X19	X20	Pontuação
Tempo de setup	0	25	100	0	...	75	25	0	350
PCP	50	25	50	25	...	25	25	25	425
Estudo de Capabilidade	0	0	50	50	...	50	0	0	275
Custo da (má) qualidade	25	25	25	50	...	75	25	25	525
Controle de processos	0	25	50	75	...	75	0	0	375
Defeitos - PPM	0	25	75	25	...	0	0	0	275
Manutenção	0	0	50	25	...	50	50	25	550
Ferramentas JIT	50	50	100	0	...	50	25	0	350
Desenvolvimento de fornecedores	100	100	100	50	...	50	50	25	1100
Idade dos equipamentos	75	0	75	75	...	50	75	0	1200
Total									5425

Para obter a empresa com o melhor desempenho somou-se, no Excel, todos os dados de cada coluna, obtendo assim, o somatório da importância dada a todas as práticas e o desempenho geral das 20 empresas avaliadas, sinalizando a empresa X3 como benchmark do setor, isto é, a que executa as melhores práticas, seguida das empresas X18 e X4 com bons desempenhos (Resultado no apêndice D).

Após o processamento dos dados da matriz nível de importância, foram gerados gráficos que indicam as pontuações que cada prática alcançou para todas as empresas, como ilustrado na Figura 7.

Figura 7 - Nível de importância das práticas

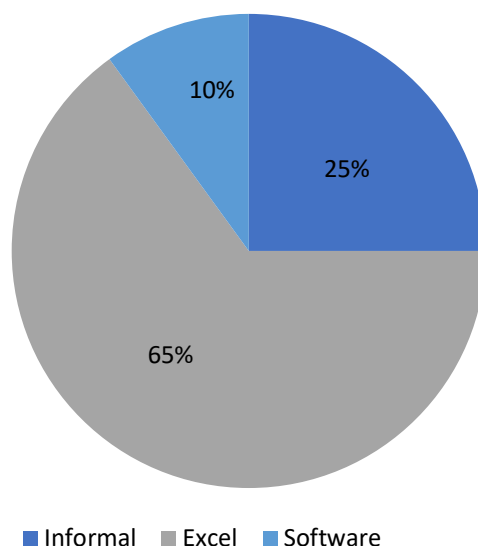


Após a aplicação do questionário definiu-se o nível de importância das práticas disponíveis no mesmo. Percebe-se que a PCP ganhou relevância e isso se dá pelo fato de ser imprescindível administrar as variáveis: demanda, oferta e capacidade.

De acordo com funcionários entrevistados, as empresas buscam de forma incessante as melhorias dessas ferramentas. No entanto, a cultura empresarial ainda não permite mudanças, devido a esta dar mais importância à aquisição de ativos tangíveis tais como maquinários e ferramentas, enquanto que os mecanismos de planejamento e controle da produção ainda são executados no Excel, não dispondo de softwares específicos para isso.

A Figura 8 mostra como é executado o PCP das empresas, cerca de 65%, o equivalente a 13 empresas da amostra, ainda utilizam Excel como ferramenta de planejamento e controle, somente 10% usam algum software específico e o restante usam quadros, pranchetas ou cadernos para fazer o planejamento e controle da produção, sendo considerado de maneira informal.

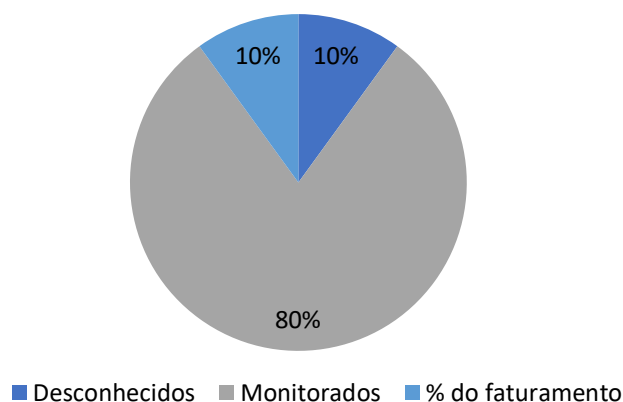
Figura 8 - PCP nas empresas avaliadas



Ainda analisando o gráfico da Figura 7, percebe-se que o monitoramento dos custos da má qualidade vem em terceiro lugar como grau de importância relevante. O fruto de uma boa gestão da produção e operação é a obtenção da qualidade dos produtos finais, produtos em processo ou componentes e peças desses produtos.

No entanto, para alcançar a qualidade dos produtos é necessário adequar as operações, checar a qualidade da matéria prima, fazer atividades de inspeção e treinar com excelência os funcionários. A Figura 9 mostra os custos da má qualidade nas empresas, sendo classificado em desconhecidos, monitorados ou em porcentagem que esses custos impactam no faturamento das empresas.

Figura 9 - Custos da má qualidade nas empresas avaliadas



De acordo com o gráfico da Figura 9, 80% das empresas monitoram os custos da má qualidade, sendo que 10% não realizam o monitoramento, ou seja, é desconhecido, e os outros 10% fazem o monitoramento e sabem estimar a percentual que os retrabalhos impactam no faturamento da empresa.

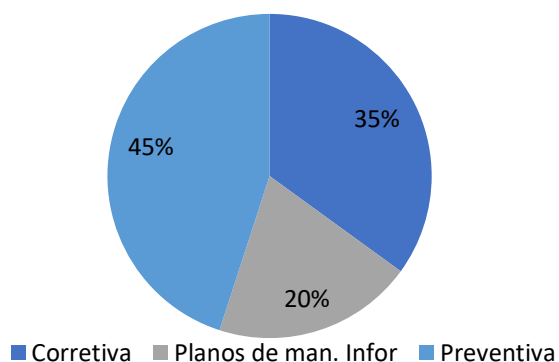
Dessa forma, é importante observar que todas essas práticas se inter-relacionam de uma forma a contribuir uma com a outra para uma mesma finalidade, isto é, corroboram pra uma ótima gestão dos sistemas produtivos.

4.2. Grau de utilização e nível de aplicação da manutenção

Dentre todas as práticas de gestão da produção e operação, constatou-se que a manutenção foi a segunda prática com alto nível de importância. Percebe-se que para executar um plano de manutenção é necessário, um profissional para tal, o que consiste em gastos a mais. No entanto, uma parada de produção pode comprometer os planos operacionais da empresa e leva-la à ociosidade por um período de tempo que podem comprometer as suas atividades e suas relações com clientes.

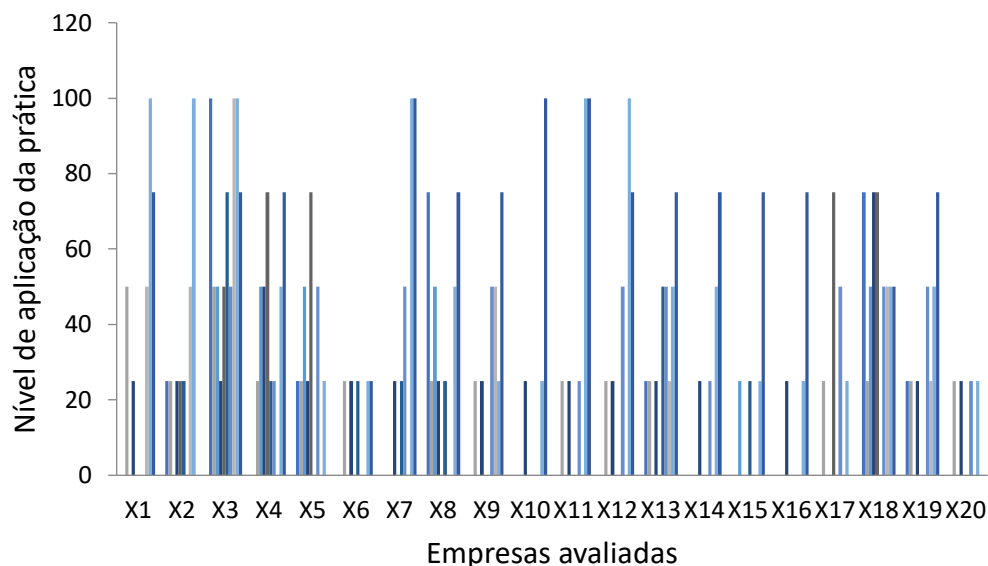
O panorama da manutenção nas empresas é ilustrado no gráfico da Figura 10, em que a manutenção preventiva tem o maior percentual com 45% e a manutenção corretiva com 35%, seguidas dos planos de manutenção informal com 20%.

Figura 10 - Manutenção nas empresas avaliadas



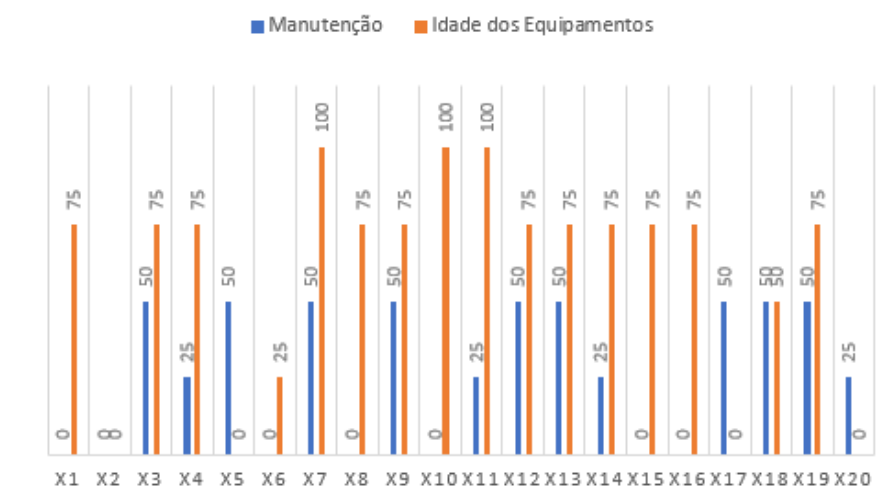
O gráfico da Figura 11 que plota os dados da matriz nível de aplicação, mostra o desempenho de todas as vinte empresas em cada uma das dez práticas avaliadas, tendo as empresas X3, X4, X18 como destaque.

Figura 11 - Desempenho geral das empresas



No caso do setor metalmeccânico, os ativos que correspondem ao maquinário têm valor de compra muito alto, isto é, são máquinas que custam na casa dos milhares ou milhões, e conservar esses recursos são de suma importância, fator que justifica a grande importância dada às atividades de manutenção. Na Figura 12, isola-se as práticas da Manutenção e Idade dos Equipamentos.

Figura 12 - Desempenho da Manutenção e Idade dos Equipamentos

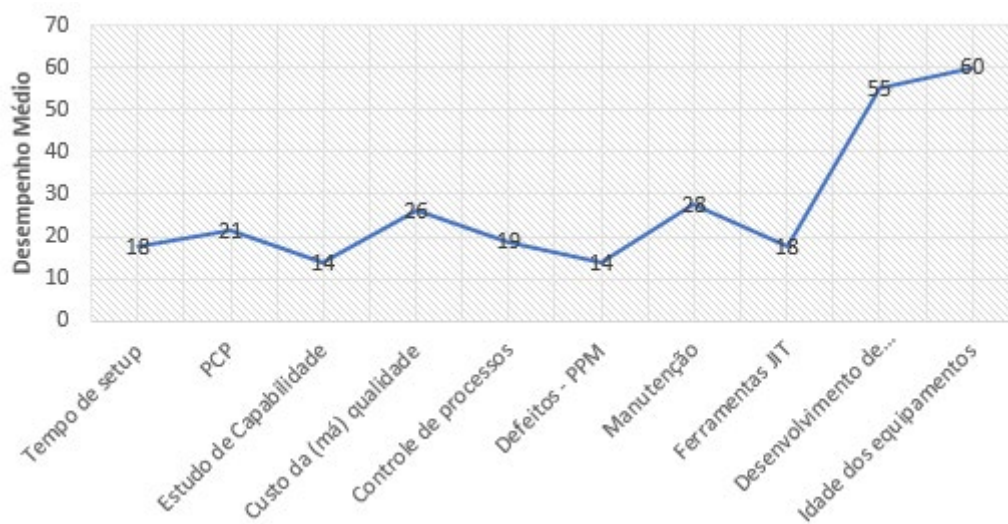


Como se pode observar, o desempenho da manutenção não alcançou nível de aplicação 100 em nenhuma empresa, isso significa que nenhuma delas adota práticas que vão além da manutenção preventiva, como pode ser visto no gráfico da Figura 12. No entanto, isso pode estar relacionado às características desse setor como: Tamanho das empresas e Idade dos equipamentos, como ilustrado na Figura 12.

Portanto, equipamentos mais novos tendem a falhar com menor frequência, além disso, pelo tamanho do mercado não há necessidade de adotar-se práticas de manutenção mais complexas, visto que isso resultaria em custos bem maiores e que dificilmente seriam reavisto no longo prazo.

No geral a manutenção alcançou o terceiro lugar no nível de aplicação nas empresas, como ilustrado na Figura 13, e isso mostra que essa prática, sem dúvidas, está entre os principais pilares de sustentação do setor metalmeccânico de São Luís – MA.

Figura 13 - Desempenho médio das práticas avaliadas



5. CONCLUSÃO

Um dos maiores desafios de uma empresa é se assegurar ao longo prazo, e se adaptar as necessidades e mudanças sofridas pelo mercado. Diante disso é possível observar uma pressão quanto à melhoria dos processos de manutenção, no que se refere ao aumento da disponibilidade e confiabilidade de equipamentos associado à redução de custos e resíduos.

Com o presente trabalho, constatou-se que o processo de manutenção se graduou como a segunda prática de gestão da produção com mais alto nível de importância, e nesta, a manutenção preventiva se sobressaiu em relação às demais técnicas de manutenção.

A busca bibliográfica foi de fundamental importância para o embasamento teórico sobre gestão da manutenção. No desenvolvimento deste trabalho, notou-se que para execução do processo de gestão da manutenção, faz-se necessário a presença de um profissional capacitado para desenvolver esta função e que a vida útil dos equipamentos é impactada diretamente pela ausência do mesmo, devido a não execução de planos de manutenção. O gráfico da Figura 12 ilustra que a vida útil desses equipamentos depende da qualidade do plano de manutenção executado. Portanto, devido aos altos valores de aquisição dos equipamentos, o setor metalmeccânico deve investir na conservação dessas máquinas, tornando a gestão da manutenção indispensável.

Diante dos resultados da pesquisa, há uma oportunidade para estudantes e profissionais da área de Engenharia atuarem como consultores voluntários nas pequenas empresas que desejarem alcançar um outro nível no mercado competitivo, levando em conta que os momentos vivenciados pelas organizações são de recursos escassos.

5.1. Trabalhos futuros

Como ideias para trabalhos futuros pode-se listar:

- Analisar os custos envolvidos para um plano de manutenção das empresas metalmeccânica de São Luís, Ma.
- Verificar a influência da abrangência no mercado como fator para aplicação de uma boa gestão da manutenção para o setor estudado.

REFERÊNCIAS

- AHMED, M. O. **Proposta de metodologia para gestão de manutenção de um sistema frigorífico em um restaurant self service**. 67f. Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niteroi, 2017.
- BABBIE, Earl. **Métodos de Pesquisas de Survey**. Tradução Guilherme Cezarino. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999, 519 p.
- BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**; Trad. Gustavo Kanninberg. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.
- BRANCO, H. A. J. N.; CAVALCANTI, T. S. **Elaboração de um plano de manutenção preventiva para o centro de usinagem CNC ROMI DISCOVERY 760**. 34f. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.
- CAPATTO, L.; RODRIGUES, A. L.; ANTONELLI, G. C. **Elaboração de um plano de manutenção direcionado para máquinas de usinagem do laboratório da Instituição SENAI – CTM**. 44f. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2017.
- ELIAS, S. B. et al. **Aplicação da troca rápida de ferramenta em uma metalúrgica de grande porte**. XXVIII. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2008.
- FIGUEIREDO, M. T.; RODRIGUES, A. L. **Proposta de implantação da manutenção preventiva no setor de solda em uma empresa Metalmeccânica**. Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Estadual de Maringá – UEM. Paraná, 2017.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- JUNIOR, W. B. **Estratégia de manutenção centrada na confiabilidade para três máquinas de produção em uma empresa de transformação mecânica**. Unidade Acadêmica de Educação Continuada, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS Porto alegre, 2016.
- LEVINE, M. D., *et al.* **Estatística: teoria e aplicações**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- LIKERT, R. **A Technique For The Measurement Of Attitudes**. New Youk University, 1932.
- LUSTOSA, L., et al. **Planejamento e Controle da produção**. 4º Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MANCIO, V. G.; SELBITTO, M. A. **Sistemas flexíveis de manufatura: definições e quadro de trabalho para futura pesquisa**. Revista Gestão, Inovação e Tecnologias - GEINTEC, Aracaju, v. 7, n. 2, p.3760-3773, Abr./Mai/Jun., 2017.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, R. C.; GOMES, A. R. **Relação entre manutenção e segurança do trabalho**. Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico, v. 3, n. 2, p. 62-73, Jul./Dez., 2017.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 1994.

MENDES, A. A.; RIBEIRO, J. L. D. **Estabelecimento de um plano de manutenção baseado em análises quantitativas no contexto da MCC em um cenário de produção JIT**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MOURA, R. A.; BANZATO, E. **Redução do Tempo de Setup: Troca Rápida de Ferramentas e Ajustes de Máquinas**. São Paulo: IMAM, 1996.

NETO; J. C. S.; LIMA, A. M. G. **Implantação do Controle de Manutenção**. Revista Mantener, Argentina, v. 11, p. 14-26, 2002.

NUNES, E. L. **Manutenção centrada em confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada**. Trabalho de dissertação - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

PACIÊNCIA, J. R. **Análise diagnosticada da competitividade regional baseada nas práticas de gestão da produção e operações: um estudo de caso do setor metal mecânico**. Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, Maranhão, 2017.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de manutenção: Teoria e prática**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2011.

RODRIGUES, A. L. P. et al. **A utilização do ciclo PDCA para melhoria da qualidade na manutenção de Shuts**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis, v. 9, n. 18, p. 48-70, 2017.

SANTIAGO, L. P. P; MACEDO, N. M. M. N; VILLAR, A. M. **Aplicação do just in time à uma indústria de confecção: estudo de caso numa organização norte-rio-grandense**. In: XXVIII Encontro nacional de Engenharia de Produção. 2008.

SEBRAE. **Cadeia produtiva da indústria metalúrgica e produtos de metal: Cenários econômicos e estudos setoriais**. Recife, 2008.

SILVA, G. O. **Proposta de metodologia de manutenção predial**. 119 f. Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS. Centro Universitário de Brasília – UniCEUB. Brasília, 2014.

SOUZA, A. V.; GOMES, J. C.; FERNANDES, R. S. **Manutenção e lubrificação de equipamentos: Qualidade da mão de obra na manutenção**. Faculdade de Engenharia de Bauru. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 2010

SOUZA, R. H. **Redução do tempo de setup: uma proposta de melhoria aplicada a uma empresa do setor metal mecânico.** Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, Paraná. 2016.

VIEIRA, S. **Estatística para a Qualidade:** como avaliar com precisão a qualidade de produtos e serviços. Rio de janeiro: Elsevier, 1999.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**

ANÁLISE DIAGNÓSTICA DAS PRÁTICAS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO E OPERÇÕES - QUESTIONÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Empresa	CNPJ
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Endereço	E-mail
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Site/redes Sociais	Telefone
<input type="text"/>	<input type="text"/>

2. IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO

Nome	Cargo
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Departamento	E-mail
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Função	Telefone
<input type="text"/>	<input type="text"/>

MERCADO

- Regional
 Nacional
 Internacional

COLABORADORES

- Pequeno (até 100)
 Médio (de 100 a 400)
 Grande (mais de 400)

QUAL SEGMENTO PERTENCE

- Metalurgia
 Mecânica
 Elétrica
 Refrigeração

PRINCIPAIS CLIENTES

- Indústria automobilista
 Máquinas e equipamentos
 Comércio
 Setor de serviços
 Outros _____

OBS: A CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS DESTES QUESTIONÁRIOS É TOTALMENTE GARANTIDA. SENDO DE USO APENAS PARA A ELABORAÇÃO DO TCC.

3. **AValiação das Práticas** (O objetivo deste quesito é saber qual o patamar de execução a prática encontra-se sendo usada na sua empresa). Obs: Marque apenas uma opção. Caso tenha dúvidas em relação à prática, consulte a última página com as definições.

TEMPO DE SETUP (médio)

- Informal
 Procedimento documentado
 Tempo < 60 min
 Tempo < 40 min
 < 10 (SMED)

PCP

- Informal
 Planilhas eletrônicas (Excel, Calc, etc)
 Software
 MRP e MRP II
 ERP

ESTUDO DE CAPABILIDADE

- Informal
 Processos instáveis
 Processos estáveis
 CEP
 Cpk > 2

CUSTOS DA (MÁ) QUALIDADE

- Desconhecidos
 Monitoria
 1-10% faturamento
 < 1% faturamento
 < 0,5 faturamento

CONTROLE DE PROCESSOS

- Parâmetros informais
 Parâmetros formais
 Parâmetros controlados
 Instrumentos calibrados
 Estudos de capacidade

DEFEITOS - PPM

- Desconhecidos
 Conhecidos planos de manutenção informal
 1-10%
 < 1000 ppm
 < 500 ppm

MANUTENÇÃO

<input type="checkbox"/>	Corretiva
<input type="checkbox"/>	Plano de manutenção informal
<input type="checkbox"/>	Preventiva
<input type="checkbox"/>	Preditiva
<input type="checkbox"/>	TPM

FILOSOFIA E FERRAMENTAS JIT

<input type="checkbox"/>	Não utiliza ferramentas
<input type="checkbox"/>	Uma ferramenta
<input type="checkbox"/>	Duas ferramentas
<input type="checkbox"/>	Três ferramentas
<input type="checkbox"/>	Muitas ferramentas

DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES

<input type="checkbox"/>	Informal
<input type="checkbox"/>	Formal
<input type="checkbox"/>	Monitora desempenho
<input type="checkbox"/>	Programa de capacitação
<input type="checkbox"/>	Estabelece parcerias

IDADE MÉDIA DOS EQUIPAMENTOS

<input type="checkbox"/>	Desconhecida
<input type="checkbox"/>	Maior que 20 anos
<input type="checkbox"/>	10 a 20 anos
<input type="checkbox"/>	5 a 10 anos
<input type="checkbox"/>	< 5 anos

OBS: A CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS DESTES QUESTIONÁRIOS É TOTALMENTE GARANTIDA. SENDO DE USO APENAS PARA A ELABORAÇÃO DO TCC.

4. **NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DAS PRÁTICAS** (O objetivo deste quesito é saber, por parte do gestor responsável pela produção, qual o nível de importância da prática para a atividade da empresa). Obs: Marque o espaço em branco com um número, apenas.

1	2	3	4	5
Importância irrelevante	Pouco importante	Importante	Muito importante	Extremamente importante

	PRÁTICAS	NI (Nível de Importância)
1	TEMPO DE SETUP (médio da fábrica)	
2	PCP	
3	ESTUDO DE CAPABILIDADE	
4	CUSTOS DA (MA) QUALIDADE	
5	CONTROLE DE PROCESSOS	
6	DEFEITOS - PPM	
7	MANUTENÇÃO	
8	FILOSOFIA E FERRAMENTAS JIT	
9	DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES	
10	IDADE MÉDIA DOS EQUIPAMENTOS	

APÊNDICE B – MATRIZ NÍVEL DE IMPORTÂNCIA

Gestão da Produção	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	
Tempo de setup	5	5	5	3	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	5	3	5	4	4	84
PCP	4	4	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	93
Estudo de Capabilidade	1	4	5	3	3	4	5	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	72
Custo da (má) qualidade	5	5	5	5	2	3	5	5	4	5	4	4	5	4	3	4	5	5	5	4	87
Controle de processos	5	5	5	4	3	3	5	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	5	3	4	79
Defeitos - PPM	4	4	5	5	5	5	5	4	4	2	4	3	3	3	4	5	3	4	4	4	80
Manutenção	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	4	5	5	5	4	92
Ferramentas JIT	5	4	5	3	2	5	5	4	3	3	4	4	3	3	2	4	3	4	3	4	73
Desenvolvimento de fornecedores	5	5	5	2	3	4	5	4	4	5	4	5	3	5	4	4	5	4	4	4	84
Idade dos equipamentos	4	3	5	2	2	2	2	4	3	3	4	4	3	4	2	4	4	4	3	4	66

APÊNDICE C – MATRIZ NÍVEL DE APLICAÇÃO

Gestão da Produção	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	
Tempo de setup	0	25	100	0	25	0	0	75	0	0	0	0	25	0	0	0	0	75	25	0	350
PCP	50	25	50	25	25	25	0	25	25	0	25	25	25	0	0	0	25	25	25	25	425
Estudo de Capabilidade	0	0	50	50	50	0	0	50	0	0	0	0	0	0	25	0	0	50	0	0	275
Custo da (má) qualidade	25	25	25	50	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	0	25	0	75	25	25	525
Controle de processos	0	25	50	75	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	75	0	0	375
Defeitos - PPM	0	25	75	25	0	25	25	25	0	0	0	0	50	0	25	0	0	0	0	0	275
Manutenção	0	0	50	25	50	0	50	0	50	0	25	50	50	25	0	0	50	50	50	25	550
Ferramentas JIT	50	50	100	0	0	0	0	0	50	0	0	0	25	0	0	0	0	50	25	0	350
Desenvolvimento de fornecedores	100	100	100	50	25	25	100	50	25	25	100	100	50	50	25	25	25	50	50	25	1100
Idade dos equipamentos	75	0	75	75	0	25	100	75	75	100	100	75	75	75	75	75	0	50	75	0	1200
5425																					

DESEMPENHO DAS EMPRESAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	300	275	675	375	275	125	300	325	250	150	275	275	325	175	150	125	175	500	275	100

MÉDIA GERAL 271,250

DESVIO PADRÃO

136,516

COEF. DE VARIAÇÃO

50,328%