

FACULDADE DE TECNOLOGIA ASSESSORITEC

Victor Alencar Sansão

A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO E SEU IMPACTO NA QUALIDADE

JOINVILLE

202

Victor Alencar Sansão

A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO E SEU IMPACTO NA QUALIDADE

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Gestão de
Qualidade da faculdade Assessoritec a
ser utilizado para obtenção do trabalho
de conclusão de curso (TCC)
Orientado Prof.^a MARIANA

**JOINVILLE
2025**

Victor Alencar Sansão

A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO MECÂNICA E SEU DESEMPENHO NA QUALIDADE

Relatório final, apresentado a Faculdade
de Tecnologia Assessoritec , como parte
das exigências para a obtenção do título
de Tecnólogo em Gestão da Qualidade.

Local, 16 de julho de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Katiana da Silva Estevam (Orientadora)
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

Prof. Me. Leiliani Petri Marques
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

Prof. Me. Vilmar da Silva
Faculdade de Tecnologia Assessoritec (FTA)

SUMÁRIO

1 Lista de Figuras

2 Introdução

3 Objetivos

3 1 Gerais

3 2 Específicos

4 Poblema de Pesquisa

5 Justificativa

6 Referencial Teorico

6 1 Conceito de Manutenção

6 2 Tipos de Manutenção

6 3 Confiabilidade e Qualidade

6 4Histórico da Qualidade

6 5 Ferramentas da Qualidade Aplicadas a Manutenção

6 6 Integração entre Manutenção e Qualidade

7 Materiais e Métodos

8 Conceito de Manutenção

9 Histórico da Manutenção

10 Manutenção Corretiva

10 1 Manutenção Preventiva

10 2 Manutenção Preditiva

11 Problemas da não Manutenção

12 Manutenção Mecânica: O elo invisível que sustenta a qualidade

13 Breve histórico da Qualidade

14 Era da Inspeção

14 1 Era do Controle Estatístico

14 2 Era da Qualidade Total

15 Ferramentas da Qualidade

15 1 Diagrama de ISHIKAWA

15 2 Diagrama de Pareto

15 3 Fluxograma

16 Impacto da Manutenção na Qualidade Final do Produto

17 Conclusao

18 Trabalhos Futuros

1 Lista de Figuras

1 Figura 1: Manutenção Corretiva

2 Figura 2: Manutenção Preventiva

3 Figura 3: Manutenção Preditiva

4 Figura 4: Histórico da Manutenção

5 Figura 5: Era da Qualidade

6 Figura 6: Diagrama de Pareto

7 Figura 7: Fluxograma

Resumo

A manutenção mecânica e seu impacto na qualidade, é algo discutido e estudado até hoje devido à falta de recursos bibliográficos presentes na literatura científica onde vive se estudando e aperfeiçoando mais a cada dia pois as máquinas, equipamentos e componentes estão mudando conforme as tecnologias desenvolvidas para se tentar andar lado a lado áreas da qualidade e manutenção tem - se os recursos de indicadores e técnicas da qualidade para auxiliar na manutenção para saber como irá desencadear a produção afim do resultado esperado. Os setores fabris atuais para se adequarem a competitividade atuam dentro dos limites, padrões e parâmetros da

Qualidade tendo como objetivo a redução de custos, disponibilidade de produtos e, contudo, o seu lucro, mas não visam a confiabilidade dos equipamentos onde a Manutenção entra na quebra de equipamentos gerando assim perdas significativas. Portanto mostrando assim a união dos seguimentos da Qualidade e Manutenção serão algo cruciais para quem busca a excelência em operações fabris.

Palavra-chave: Manutenção, Qualidade, Confiabilidade

2 Introdução

A manutenção de equipamentos, máquinas e sistemas afins é algo crucial para todos os tipos de indústrias gerando segurança e eficiência na qualidade dos produtos. Com um grande aumento da demanda de produção e a busca da competitividade das indústrias muitos equipamentos trabalham durante longos períodos sem ter uma pausa fazendo com que eles tenham sobrecarga em seus componentes. Isso com o decorrer do tempo acaba gerando falhas as máquinas, resultando em paradas de produção, gastos adicionais a produção, peças das máquinas E podendo comprometer a qualidade do produto que o padrão estabelece.

Tendo em vista que paradas não planejadas por falha ou quebra de máquinas resultará em impactos na cadeia de produtiva resultando custos adicionais não previstos a produção e a perda da eficiência operacional sendo assim é indispensável que todos os sistemas industriais fiquem operando de forma contínua e com confiabilidade. Mesmo que seja inevitável uma manutenção repentina, a manutenção deve ser vista como um ponto estratégico fundamental para garantir a disponibilidade de todos os equipamentos.

Diante disso as indústrias modernas necessitam investir regularmente em novas tecnologias, ferramentas da qualidade e métodos eficazes de manutenção que mantenham constante a qualidade, a pontualidade nas entregas e o controle de custos. A gestão da manutenção aliada a Gestão da Qualidade, torna-se um diferencial dentro das empresas embora paradas produtivas ocorram podem ser minimizadas com programas internos estruturados da manutenção e qualidade promovendo o aumento da lucratividade e reduzindo os desperdícios.

A Qualidade e a Manutenção devem andar juntas para um estudo de series de técnicas de Qualidade fazendo gerar resultados satisfatórios para ambos os lados e melhorando a visão da empresa sobre o mercado. Com o estudo das melhores técnicas de Manutenção existem formas de viabilizar os

trabalhos como as manutenções preventivas e preditivas não trabalhando apenas com as corretivas.

3 Objetivos

3 1 Geral:

Analisar a importância da manutenção mecânica e sua relação direta com a qualidade final dos produtos industriais

3 2 Especifico

Conceituar os principais tipos de manutenção (corretiva, preventiva e preditiva)

Relacionar os impactos das falhas de manutenção na qualidade final do produto Aplicar ferramentas da qualidade para avaliar falhas

Relacionar a Manutenção Mecânica com as ferramentas de Qualidade como Diagrama de Pareto

4 Problema de Pesquisa

Como a ausência de uma manutenção adequada pode impactar negativamente na qualidade dos produtos e na confiabilidade dos processos industriais?

5 Justificativa

Muitas empresas ainda veem a manutenção como um custo e não como investimento estratégico. A falha nesse entendimento resulta em perdas financeiras, retrabalhos e baixa produtividade. Este estudo busca conscientizar sobre a relevância da manutenção planejada como fator chave da qualidade

6 REFERENCIAL TEÓRICO

6 1 Conceito de Manutenção

A manutenção industrial é definida como o conjunto de ações técnicas destinadas a conservar ou restaurar um equipamento, garantindo seu funcionamento adequado. Segundo Quinello e Nicoletti (2005), a origem do termo manutenção está ligada ao vocabulário militar, significando a ação de manter os recursos operacionais em condições constantes. Com o avanço da tecnologia, a manutenção evoluiu de práticas reativas para estratégias mais organizadas, sendo atualmente considerada uma função essencial para garantir a confiabilidade e o desempenho dos equipamentos (Engeteles, 2018).

Kardec e Nascif (2009) apontam que a manutenção eficiente está diretamente ligada à disponibilidade dos ativos e à qualidade do produto final, especialmente em ambientes industriais que operam com altos níveis de exigência.

6 2 Tipos de Manutenção

A evolução das práticas de manutenção gerou diferentes abordagens, como:

Manutenção corretiva: ocorre após a falha do equipamento. Pode ser planejada ou não planejada. A corretiva não planejada gera altos custos e interrupções imprevistas (Kardec & Nascif, 2009; Engeteles, 2018).

Manutenção preventiva: é realizada com base em cronogramas definidos, com o objetivo de reduzir falhas inesperadas e prolongar a vida útil dos componentes (Teles, 2017).

Manutenção preditiva: utiliza monitoramento contínuo e sensores para prever falhas com base em mudanças nos parâmetros operacionais (Engeteles, 2018). Essa estratégia é considerada uma das mais avançadas, pois atua antes que a falha ocorra, sem necessidade de desmontar o equipamento.

6 3 Confiabilidade e Qualidade

A confiabilidade dos equipamentos é um fator fundamental para a manutenção da qualidade no ambiente industrial. De acordo com Kardec e Nascif (2001), falhas nos sistemas mecânicos comprometem não apenas a produtividade, mas também o padrão de qualidade do produto. A ausência de uma política de manutenção bem estruturada pode aumentar a taxa de produtos com defeitos, gerar retrabalhos e elevar os custos operacionais.

A manutenção adequada também contribui para a estabilidade do processo produtivo, assegurando a repetibilidade dos resultados e a padronização da qualidade.

6 4 Histórico da Qualidade

Maximiano (2000) apresenta a evolução da qualidade em três eras distintas: Era da Inspeção: focava na verificação final dos produtos, com identificação de defeitos após o processo produtivo.

Era do Controle Estatístico: introduziu métodos estatísticos como amostragem e gráficos de controle. Teóricos como Shewhart e Juran influenciaram fortemente esse período. Era da Qualidade Total: a qualidade passa a ser responsabilidade de toda a organização, abrangendo desde o planejamento até a entrega final. Autores como Deming, Feigenbaum e Ishikawa são os principais nomes desta abordagem. Essa evolução reforça a importância de integrar as ações de manutenção aos sistemas de gestão da qualidade.

6 5 Ferramentas da Qualidade Aplicadas à Manutenção

A utilização de ferramentas da qualidade auxilia na identificação e correção das causas dos problemas relacionados à manutenção. Entre as mais utilizadas estão:

Diagrama de Ishikawa (Causa e Efeito): ajuda a mapear as causas raízes de falhas, considerando os 6Ms (método, máquina, mão de obra, material, meio ambiente e medição) (Cavalcanti, 2012).

Diagrama de Pareto: permite priorizar os problemas com base na frequência e impacto, facilitando a gestão das ações corretivas (Giocondo, 2011).

Fluxograma: possibilita a visualização dos processos e a comparação entre a execução ideal e a real, facilitando a identificação de gargalos (Faesarella, 2006).

Essas ferramentas, quando aplicadas em conjunto com práticas de manutenção, promovem maior controle dos processos e suporte à melhoria contínua.

6 Integração entre Manutenção e Qualidade

A manutenção e a qualidade, embora sejam áreas distintas, precisam atuar de forma integrada. Equipamentos bem conservados garantem padrões de produção constantes e menor índice de não conformidades. A integração com o Sistema de Gestão da Qualidade (como a ISO 9001) fortalece o compromisso com a melhoria contínua e a satisfação dos clientes.

Conforme apresentado por Kardec e Nascif (2009), empresas que tratam a manutenção como um investimento estratégico obtêm maior confiabilidade operacional, produtividade e vantagem competitiva. A sinergia entre essas áreas também favorece o ambiente de trabalho, contribuindo para a ergonomia e saúde dos colaboradores, refletindo diretamente na qualidade final dos produtos.

7 Materiais e Métodos

Este trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido com base em uma abordagem metodológica qualitativa, exploratória e aplicada, tendo como objetivo compreender os impactos da manutenção mecânica na qualidade final dos produtos em ambientes industriais. O estudo foi realizado por meio de uma investigação bibliográfica, apoiada em livros, artigos científicos, normas técnicas e autores renomados na área da Gestão da Qualidade e da Manutenção Industrial, como Kardec, Nascif, Maximiano,

Engeteles e outros. Além disso, utilizou-se também um estudo de caso aplicado a duas empresas industriais: uma do setor metalmeccânico e outra do setor termoplástico, onde foi possível observar na prática as consequências da ausência ou da eficácia da manutenção na qualidade dos produtos.

Para tanto, foram observados os procedimentos rotineiros de manutenção realizados nas empresas e as ferramentas utilizadas para garantir a eficiência operacional e a confiabilidade dos equipamentos. A metodologia incluiu a aplicação de ferramentas da qualidade como o Diagrama de Ishikawa, o Diagrama de Pareto e o Fluxograma, para análise das principais causas de falhas e perdas. Também foi considerado o impacto de ações corretivas, preventivas e preditivas no desempenho dos equipamentos e no controle de não conformidades. Foram avaliadas as práticas de planejamento de manutenção, os tipos de intervenção (planejadas e não planejadas) e o tempo médio entre falhas (MTBF), associando esses dados com a performance produtiva e os níveis de qualidade alcançados.

O trabalho não se limitou à observação empírica, sendo respaldado por um embasamento teórico robusto que justificou a escolha da abordagem qualitativa. A análise dos dados foi feita de forma descritiva, com ênfase na identificação de padrões e causas comuns de problemas que afetam diretamente a qualidade dos produtos. A pesquisa demonstrou a relevância de uma gestão estratégica de manutenção integrada à gestão da qualidade, apontando caminhos para melhoria contínua, redução de perdas, aumento da produtividade e maior competitividade industrial. A utilização conjunta de técnicas de manutenção e ferramentas da qualidade se mostrou essencial para alcançar resultados consistentes e sustentáveis.

8 Conceito de manutenção

O termo manutenção tem sua origem do vocabulário militar e significa manter, no meio do combate o efetivo e o material em nível constante. O surgimento desta palavra manutenção veio por volta de 1950 nos Estados

Unidos da América. Em alguns países como na França a definição de manutenção se dá por “conservação ou manter aquilo” (QUINELLO; NICOLETTI,2005).

A Manutenção seria mais diretamente a troca de algum componente que está sobre um estado crítico e trocado este item por um novo ou em ótimo estado de conservação fazendo com que o equipamento continue executando seu processo perfeitamente.

Ao longo do tempo a área da manutenção veio mudando respectivamente e essas mudanças vem se observando no número e na variedade de instalações industriais. Requerendo exigências de conhecimento técnico em níveis e especializações cada vez maiores, o que gera a demanda de atualização constante em profissionais da área de manutenção e equipamentos cada vez melhores (ENGETELES,2018).

Analizando isso a Manutenção vem se aprimorando cada vez mais buscando melhores componentes para que suas perdas em paradas sejam menores impactando ainda menos nos seus processos de qualidade assim gerando melhores produtos seguindo na competitividade das indústrias.

9 Histórico da Manutenção

A primeira era da manutenção corretiva surgiu por volta de 1750, onde as máquinas funcionavam no processo a vapor e se instalaram os setores fabris de tecelagem eram mais conhecidas pelo termo “Quebra e Repara” tudo era mais improvisado nesse tempo não se tinha pressa na questão de tempo de produção devido ao pouco conhecimento da época e falta de recursos. Com o início da Primeira Guerra Mundial em 1914 começou a se instalar as produções em series dos setores de automóveis iniciados pelo Ford, com mais conhecimento nesse tempo a indústria começou a implementar produções mais longas e com isso veio a especialização de pessoas para manutenção num modo que todo reparo fosse feito do jeito mais ágil possível e em boas condições.

Devido à falta de tecnologia desse tempo os equipamentos e componentes eram mais robustos os padrões de qualidade baixos gerando menos quebras sucessivamente pouco desperdício. Em meados de

1920/1930 iniciou-se a Manutenção Preventiva com o avanço dos maquinários sendo eles mais autônomos do que décadas anteriores e linhas de produção cada vez mais produtivas se buscava evitar ter tantas paradas repentinas visando não comprometer as operações e suas perdas, mas contudo isso ainda dificilmente não havia uma sistemática certa para executar paradas programadas muito menos critérios estabelecidos reparos eram feitos com a frequência e nas medidas que algum chefe ou supervisor achava razoável ser feito.

Apesar destes métodos a redução em falhas na produção haviam melhorado e a qualidade dos itens. no período de 1930 e 1950, aumentaram as demandas devido a segunda guerra mundial e as indústrias tiveram que corrigir os erros dos maquinários para que não atrasassem ou interferisse a produção fazendo com que a Manutenção preventiva se inovasse e se tornasse mais sistema com planejamentos, métodos e períodos estabelecidos. já em 1975 buscando a falha zero nos equipamentos para garantir a qualidade deles e dos materiais produzidos, foi estabelecido um dos últimos métodos de Manutenção no qual seria a Preditiva, feito com novos aparelhos como detectores de vibração, decibelímetro e termômetros infravermelhos graças ao desenvolvimento da tecnologia esse método consegue diagnosticar componentes próximos da falha ou desgastados que podem danificar outros componentes prejudicando a qualidade final de um produto.

10 Manutenção corretiva

A Manutenção corretiva é baseada na correção da falha ou até mesmo uma manutenção emergencial, sendo ela corretiva planejada ou a mais primitiva sendo ela a não planejada. A manutenção não planejada surge quando ocorre a falha/quebra circunstancial em algum componente do equipamento sendo assim origina não uma certa preparação correta para a correção deste causando custos adicionais a produção, atrasos na produtividade e perdas de produtos por falta de qualidade.

Explicando de forma mais clara a manutenção corretiva não planejada são aquelas manutenções que ocorrem logo após a parada do equipamento

seja por quebra ou falha emergencial. Este tipo de manutenção vem a ser tal mais cara que existe pois não existe nada de planejado (ENGETELES,2018).

A manutenção corretiva planejada é a correção de desempenho menor que o esperado, que quando ocorrer falha por decisão gerencial. Geralmente é feito através de monitoramentos frequentes, para se checar o estado do equipamento sendo ele crítica ou não tão crítico (KARDEC; NASCIF, 2009).

Ela se diferencia da não-planejada pelo fato de ser uma decisão diretamente da gerência onde já está ciente de possíveis falhas. Porém se baseia em modificações de parâmetros captados pela manutenção preditiva. Desta forma planeja-se qual o melhor período para realizar esse tipo de trabalho e se alinha uma breve parada para que o processo retorne o mais breve possível (KARDEC; NASCIF, 2009).

Figura 1: Manutenção Corretiva



Fonte: Engeteles (2018)

10 1 Manutenção preventiva

É a manutenção realizada da forma a reduzir ou se evitar a falha inesperada prevenindo a queda no desempenho do processo, sempre tentando seguir um plano elaborado, baseada nos intervalos definidos de tempos em tempos, visando prolongar a vida útil das máquinas e componentes existentes (KARDEC; NASCIF, 2009).

Esse tipo de manutenção busca ser de forma sistemática e buscando as técnicas para evitar a ocorrência de possíveis falhas, e tentando manter o controle contínuo de equipamentos efetuando operações convenientes (TELES,2017).

A manutenção preventiva é aquela realizada a partir de um certo cronograma elaborada pela gerência e tem como objetivo principal de prevenir a diminuir do desempenho dos processos, antecipando os serviços de manutenção corretivas. As inspeções também colaboram para o processo de manutenção preventiva reduzindo os custos. (KARDEC; NASCIF, 2009).

Figura 2: Manutenção Preventiva



Fonte: Engeteles (2018)

10 2 Manutenção Preditiva

A Manutenção preditiva também conhecida como manutenção de precaução, ou manutenção com base no estado do equipamento, é a atuação realizada com base nas modificações dos parâmetros medidos constantemente nas fabricas visualizando mudanças significativas em seus componentes internos sem a necessidade de parada ou desmontagem do maquinário (KARDEC; NASCIF, 2009).

Portanto a manutenção preditiva se trata da modalidade de manutenção em que se mede o tempo de vida útil dos componentes de máquinas, e se é verificado as condições gerais, garantindo o aproveitamento máximo de vida útil gerando menor custo para sua manutenção (ENGETELES,2018).

Figura 3: Manutenção Preditiva



Fonte: Engeteles (2018)

11 Problemas de não manutenção

Diversos problemas irão surgir caso não forem constantemente fiscalizados os equipamentos, com uma gestão de manutenção adequada até projetos focados orientando o devido atendimento a normas, técnicas e qualidade adotando procedimentos que vão aumentar a durabilidade do equipamento e sua qualidade. independente destas circunstâncias regulares manutenções evitariam os surgimentos de problemas na produção, maquinários e devidos gastos sem planejamento. não só a produtividade e equipamento estão a depender disso, mas também a qualidade do material no qual é um fator importantíssimo para indústria o que faz gerar a receita para ela se manter no mercado competitivo.

Essa condição leva a empresa a procurar de onde surgiu essa queda de produção em outros fatores, como ferramental, operadores e materiais, elevando os custos de operação. Pode-se dizer, que uma direção inadequada de manutenção aumenta custos associados à falta de produtividade, desde os atrasos na produção até perdas de contrato por não conseguir cumprir com o rendimento, todos mensuráveis, além de outras perdas não mensuráveis, como a degradação da máquina e imagem da empresa (Kardec & Nascif, 2001).

Mas infelizmente a manutenção até hoje é vista como um gasto desnecessário apenas quando se precisa dela para fins operacionais e olhada com outros olhos vendo o bem necessário. Com esses dados mostrados acima temos uma noção como a manutenção mecânica é uma aliada a qualidade tendo fatores importantes como na redução de falhas e avarias nos produtos com por exemplo uma manutenção em dia faz com que o produto tenha um acabamento em perfeito estado dentro dos padrões da qualidade.

Além disso os resultados serão constantes evitando a alta taxa de refugos e retrabalhos desnecessários, A manutenção pode ser feita a integração do SGQ como ISO 9001, mantendo o compromisso da empresa com uma melhoria contínua gerando assim satisfação dos clientes. Com uma manutenção em dia até o ambiente de trabalho sendo melhorado

ergonomicamente auxilia os colaboradores a ter uma saúde melhor influenciando assim na qualidade se saindo cada vez melhor.

12 Manutenção mecânica: o elo invisível que sustenta a qualidade

Quando a gente fala de qualidade, é comum pensar logo no produto final, no visual bonito, nas medidas certas e na satisfação do cliente. Mas o que muita gente esquece é que, por trás de um produto bem feito, existe um processo que depende de vários fatores, e um dos mais importantes é a manutenção das máquinas. Sem máquinas em bom estado, é quase impossível garantir que a produção saia como o planejado.

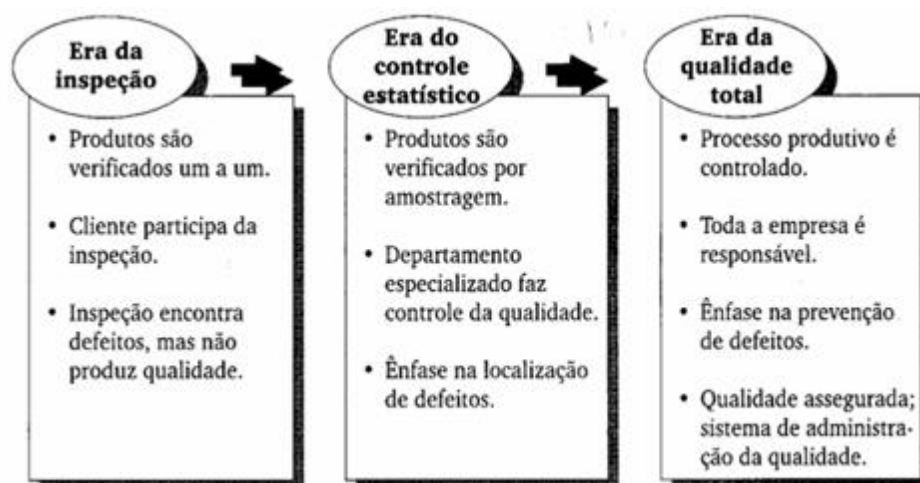
A manutenção mecânica tem o papel de evitar que as máquinas parem de repente, trabalhem com falhas ou deixem de funcionar no ritmo certo. Quando uma máquina começa a apresentar problema mesmo que pequenos ela pode gerar produtos fora dos padrões, com defeitos ou variações que comprometem a qualidade. Isso significa mais desperdício, retrabalho e, claro, prejuízo. Manter um plano de manutenção atualizado e bem executado ajuda não só a evitar essas falhas, mas também garante que a produção siga em um ritmo constante, sem sustos. Isso é bom para todo mundo: para a empresa, que economiza e entrega no prazo; para o cliente, que recebe um produto confiável; e para os colaboradores, que trabalham em um ambiente mais seguro e estável.

Além disso, a manutenção mecânica se conecta diretamente com as ferramentas da qualidade. Técnicas como o Diagrama de Ishikawa ou o Pareto ajudam a entender as causas das falhas e a buscar melhorias de forma inteligente. Ou seja, quando a manutenção e a qualidade andam juntas, a chance de sucesso é muito maior. Investir em manutenção não é gastar, é cuidar. É como fazer a revisão do carro para não ficar na estrada: pode parecer desnecessário no começo, mas evita problemas sérios depois. No mundo da indústria, a lógica é a mesma. Quem entende essa relação, passa a enxergar a manutenção como uma parceira da qualidade e não apenas como uma despesa.

13 Breve Histórico da Qualidade

Para melhor entendimento desse histórico serão divididos em três fases. Segundo Maximiano (2000), essas são conhecidas como a fase de inspeção, de controle estatístico e qualidade total. Como mostra a Figura

Figura 4: Histórico da Manutenção



Fonte: Maximiano (2000, p. 71)

14 1 Era da Inspeção

A era da inspeção surgiu antes da primeira revolução industrial, onde a produção era baixa, eles faziam os bens consumo e os profissionais que faziam os produtos eram chamados de artesão. Os artesões chegavam a inspecionar seus produtos juntos aos clientes e sempre ao final da produção de seu produto visando apenas as não conformidades e alguns defeitos que chegavam a impossibilitar o uso.

Conforme Maximiano (2000), esse modo de verificação, ainda continua existindo e permanecerá enquanto existir o modelo de mercado artesanal. Maximiano (2000). Muitas empresas ainda estão e continuarão seguindo essa linha de pensamento enquanto outras não tem qualquer preocupação com a qualidade e sequer a era da inspeção. No entanto a inspeção não irá melhorar a qualidade e sim pelo contrário encontrará mais

produtos defeituosos. Quanto mais severa ou intensa a inspeção, mais defeitos se encontram e nada mudará a não ser que algo seja mudado.

14 2 Era do Controle Estatístico

Nessa era as inspeções e técnicas foram se aprimorando existindo assim um rigor um pouco maior do que a era anterior existindo as técnicas de amostragem que ajudava no processo da qualidade e outras técnicas com ênfase nas estatísticas, mas o objetivo final continuava sendo o mesmo em separar os produtos defeituosos dos bons.

Conforme (Maximiano). A produção em massa criou a necessidade de peças e componentes padronizados em uma larga escala. Isso impossibilitou a inspeção de todos esses itens e favoreceu a utilização da amostragem. O controle da qualidade otimizou-se e começou a receber aplicação da estatística. Quem iniciou essa aplicação foi Walter A. Shewhart, quem, em 1924 preparou o primeiro rascunho do que viria a ser conhecido como carta de controle.

A Segunda Guerra deu um grande impulso do controle estatístico da qualidade. necessitando de grande quantidade de itens com altos padrões de qualidade, as Forças Armadas americanas adotaram alguns procedimentos científicos de inspeção por amostragem, e instituíram um amplo programa de treinamentos, destinados ao pessoal da indústria bélica e compradores das Forças Armadas. Essa segunda era veio para priorizar a prevenção de erros na produção ao invés de corrigir apenas pois com demandas altas não era possível ficar corrigindo todos os defeitos.

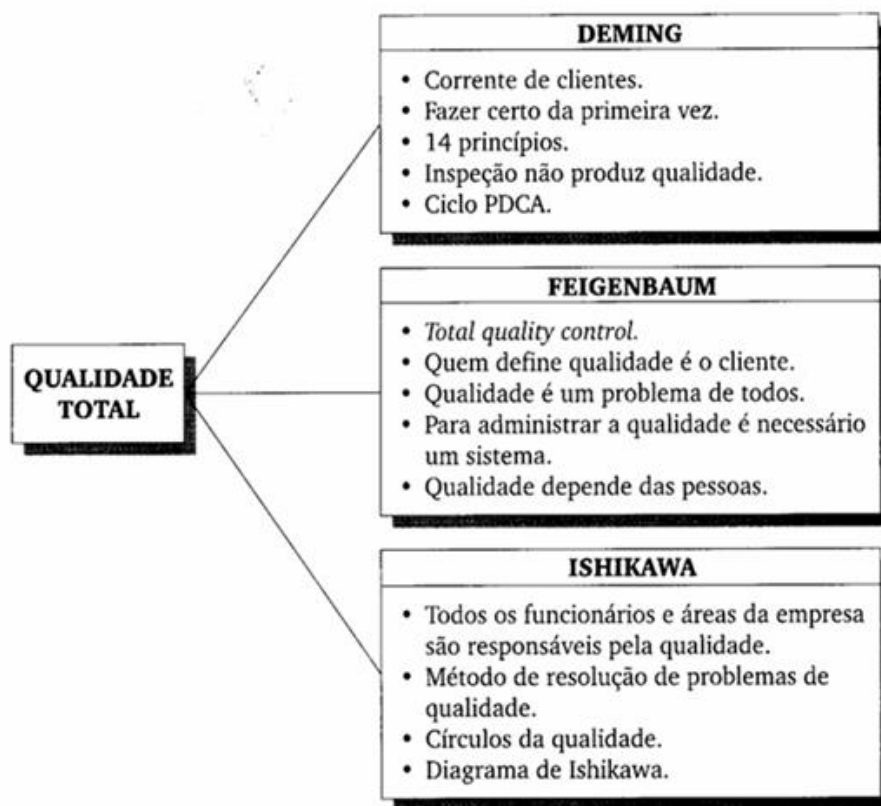
14 3 Era da Qualidade Total

Como diz (Maximiano 2002). Na era da inspeção ou do controle estatístico, a ênfase estava na qualidade do produto ou serviço. Já no estágio seguinte, a era da qualidade total, a ênfase desloca-se para o sistema da qualidade. Agora, a qualidade não diz respeito apenas ao produto ou serviço nem é uma responsabilidade apenas do departamento da qualidade. A qualidade se torna um problema de todos os funcionários envolvidos na

cadeia produtiva e abrange todos os aspectos das operações da empresa, ou seja, a qualidade é uma questão sistêmica.

Garantindo-se a qualidade das etapas, garante qualidade dos produtos e serviços essa mudança na linha de pensamento significa a evolução para gerar uma era da qualidade total três autores são responsáveis pelo desenvolvimento dos princípios e das técnicas da qualidade total: Feigenbaum, Deming e Ishikawa. Suas proposições mais importantes, analisadas a seguir estão resumidas na imagem a seguir

Figura 5: Era da Qualidade



Fonte: Maximiano (2000)

15 Ferramentas de Qualidade

As ferramentas da Qualidade são estatísticas e técnicas, muito utilizadas para entender a causa de um problema e conseguir chegar na solução dele. Além de serem muito úteis na área da Qualidade são possíveis a utilização em outras áreas assim como a da Manutenção. As ferramentas são elas: Diagrama de Pareto, Controle estatístico do processo, Folha de

Verificação, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Dispersão, Cartas de Controle, Capacidade do Processo, Fluxograma, FMEA.

15 1 DIAGRAMA De ISHIKAWA

De acordo com Silva (2020), o Diagrama de Ishikawa foi feito por Kaoru Ishikawa (1915-1989) por volta da década de 1940, e leva esse nome em uma espécie de homenagem ao seu fundador. Como preconiza Daychoum (2016), Ishikawa propôs inicialmente o diagrama em 1943 e aprimorou ele logo após. Ao longo dos tempos a ferramenta se popularizou em nossa sociedade, promovendo o surgimento de novas nomenclaturas como diagrama de causa e efeito, diagrama de espinha de peixe e entre outros.

Conforme Passarini (2014), cadeia produtiva é definida como as atividades que conjuntamente realizam uma conversão dos insumos em produtos ou serviços. Entradas são todos os insumos que serão convertidos através de um processo de transformação. Os principais recursos comumente definidos como entradas são: matérias-primas, mão de obra, componentes, informações, capital e entre outros (PASSARINI, 2014).

Passarini (2014), afirma que saídas são todos os componentes finais do processo produtivo, seja um produto acabado, serviço ou um conjunto de subprodutos. Como exemplos de saídas de um processo pode-se obter: um prédio, um celular, uma televisão ou até mesmo um notebook.

De acordo com Cavalcanti (2012), o gráfico de causa e efeito considera em sua aplicação, um método onde irão se analisar seis componentes denominados de 6Ms, sendo eles: Mão de Obra, Máquina, Matéria Prima, Medição, Meio Ambiente e Método que são analisados na cadeia de produção das empresas buscando o saber da falha.

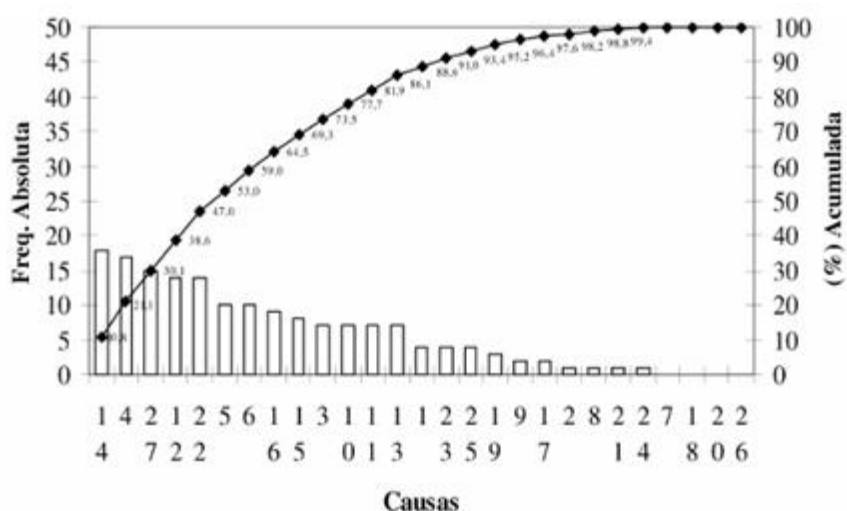
15 2 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto foi desenvolvido no final do século XIX por Vilfredo Pareto, economista italiano que desenvolveu métodos descrevendo a desigualdade de riquezas distribuídas ficando a ser descrito como princípio

de Pareto subestimando que tais coisa são mais relevantes que outras coisas. Segundo Giocondo (2011) o diagrama de Pareto foi analisado por um observador J.M.Juran, que adaptou alguns problemas para a área da Qualidade sendo eles (itens com defeitos, falha de maquinário, reclamações de cliente, entregas atrasadas, baixas na produção e entre outras causas). Esses problemas foram classificados por sua relevância tais como mais prioritários e menos prioritários

O gráfico de Pareto e um diagrama no qual apresenta diversos itens com classes em ordem de números que ocorrem, apresenta uma soma total acumulativa fazendo assim ser visualizado vários problemas determinando sua prioridade.

Figura 6: Diagrama de Pareto



- 1 - Tacômetro e horímetro inoperantes.
- 2 - Acelerador manual inoperante.
- 3 - Decalque de escalonamento de marchas ausente.
- 4 - Ausência de pneus estreitos.
- 5 - Manômetro inoperante.
- 6 - Escala do manômetro inadequada
- 7 - Câmara de compensação ausente.
- 8 - Filtro do tanque ausente.
- 9 - Filtro do tanque sujo.
- 10- Filtro da bomba sujo.
- 11 - Filtro de linha presente.
- 12 - Filtro de linha sujo.
- 13 - Filtros das pontas sujos.
- 14 - Malhas dos filtros das pontas inadequadas.

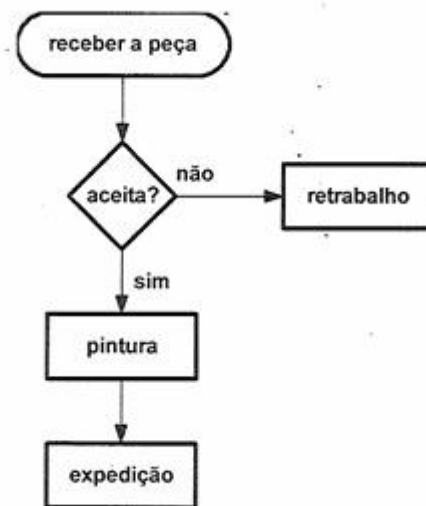
- 15 - Sistema antigotejo ausente.
- 16 - Sistema antigotejo inoperante.
- 17 - Pontas de diferentes vazões.
- 18 - Pontas de diferentes modelos.
- 19 - Pontas de diferentes marcas.
- 20 - Sistema agitador do tanque inoperante.
- 21 - Escala do marcador de nível do tanque invisível.
- 22 - Ausência de reservatório para limpeza das mãos.
- 23 - Incorporador de produto ausente.
- 24 - Presença de vazamentos nas mangueiras.
- 25 - Presença de vazamentos nas conexões.
- 26 - Espaçamento entre bicos incorreto.
- 27 - Partes móveis desprotegidas.

Fonte: Adaptado de WEKEMA, 2006

15 3 Fluxograma

Como diz Faesarella (2006), ele é utilizado para a identificação de problemas, através desta técnica as pessoas que conhecem bem o processo, desenharam o fluxograma do processo atual, o fluxograma do processo ideal, os passos que o processo deveria seguir, se tudo corresse bem, e comparam os 2 esquemas para verificar as diferenças e encontrar a raiz do problema a ser resolvido o quanto antes. É uma representação gráfica, através de símbolos padronizados.

Figura 7: Fluxograma



Fonte: BRASSARD (1985)

16 Impacto da manutenção na Qualidade final do produto

Um equipamento com suas manutenções em dia, pode vir a gerar as operações de produção dentro dos parâmetros de qualidade estabelecidos sem qualquer variação que possa causar dimensionamento errado, acabamento superficial inadequado ou até mesmo uma resistência de produto frágil. Com máquinas desreguladas ou componentes desgastados vão gerar um maior índice de produtos defeituosos, aumentar o índice de não conformidades e aumentar os desperdícios da produção.

Por isso equipamentos com suas manutenções em dia vão ajudar na qualidade final do produto além do mais outros benefícios o ritmo da produção seja constante, o padrão de qualidade seja estável em diversos lotes o que também garante certificações de qualidade e a entrega do produto chega no prazo sem comprometer um equipamento com sobrecarga. Mesmo a Manutenção e a Qualidade sendo áreas distintas elas devem ser integradas de forma estratégica com as ferramentas da qualidade auxiliando os processos de manutenção e sendo alinhadas juntos aos objetivos da qualidade gerando uma melhoria contínua normalmente as empresas que entendem esse intuito tendem a ter excelentes resultados alcançando um nível superior de confiabilidade, produtividade e satisfação dos seus clientes um dos fatores que fazem esse ciclo se expandir ainda mais

17 Conclusao

Chegar até aqui foi mais do que concluir um trabalho acadêmico; foi entender, na prática e na teoria, como a manutenção mecânica e a qualidade caminham lado a lado dentro da realidade industrial. Ao longo deste TCC, percebi que a manutenção deixou de ser apenas uma atividade corretiva para assumir um papel estratégico, essencial para o bom desempenho das empresas, especialmente quando se busca produtividade, redução de perdas e satisfação do cliente.

Ao estudar os tipos de manutenção – corretiva, preventiva e preditiva – ficou claro que prevenir é sempre o melhor caminho, não só em termos técnicos, mas também financeiros e operacionais. A integração da manutenção com os conceitos e ferramentas da qualidade permite um controle mais eficiente dos processos, gerando produtos melhores e empresas mais competitivas.

O aprendizado também veio com a reflexão sobre o quanto a manutenção ainda é subestimada em muitas organizações, vista como custo e não como investimento. Essa mentalidade precisa mudar, e acredito que este trabalho pode contribuir para essa conscientização. Quando se entende que um equipamento parado pode comprometer toda a cadeia produtiva e a imagem da empresa, fica evidente o valor de uma gestão de manutenção bem feita.

Além disso, percebi que as ferramentas da qualidade, como o Diagrama de Ishikawa e o Pareto, são aliadas poderosas na busca por soluções. Elas ajudam não só a identificar falhas, mas a enxergar oportunidades de melhoria. E isso, no fundo, é o que move a indústria: melhorar sempre. Por fim, levo desse estudo não só conhecimento técnico, mas uma visão mais ampla de como as áreas de manutenção e qualidade, quando unidas, podem transformar os resultados de uma empresa. Espero que este trabalho sirva de base para outros estudos e que incentive empresas a investirem em uma cultura de manutenção sólida e estratégica, capaz de gerar valor real em todas as etapas da produção.

18 Trabalhos Futuros

A presente pesquisa contribuiu significativamente para o entendimento da importância da manutenção mecânica como fator estratégico para a qualidade final dos produtos industriais. No entanto, ainda há amplas possibilidades de aprofundamento. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se o desenvolvimento de estudos quantitativos, com aplicação de indicadores de desempenho específicos, como tempo médio entre falhas, tempo médio para reparo, índice de disponibilidade dos equipamentos e taxa de não conformidades. Esses dados podem fornecer uma visão mais precisa do retorno obtido com investimentos em manutenção planejada e estruturada.

Além disso, destaca-se a importância de investigar a integração entre os sistemas de gestão da qualidade (como ISO 9001) e modelos de manutenção como a TPM, buscando entender de forma mais profunda os efeitos dessa sinergia na cultura organizacional, na produtividade e na satisfação dos clientes. Estudar a maturidade dos programas de manutenção nas empresas e sua influência nos processos de certificação também é uma linha relevante para novas investigações. Outra vertente promissora é a aplicação da indústria 4.0 na manutenção industrial, especialmente com o uso de sensores IoT (Internet das Coisas), manutenção baseada em dados e inteligência artificial para prever falhas com base em comportamento e histórico dos equipamentos. A análise preditiva possibilita decisões mais rápidas e precisas, diminuindo o tempo de parada e melhorando o desempenho geral da produção. Estudos futuros podem explorar o impacto dessas tecnologias emergentes na eficiência energética, sustentabilidade ambiental e ergonomia dos ambientes de trabalho.

Referencias

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

ALMEIDA, M. T. Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade. 2000. Disponível em: . Acesso em 06 out. 2011

CARVALHO, Marly Monteiro de. Histórico da Gestão da Qualidade. In: PALADINI, Edson Pacheco. et al. (orgs.). Gestão da Qualidade: teorias e práticas, 2º ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012, pp. 1-23.

CAVALCANTI, Eliacy Lélis. Gestão da Qualidade. São Paulo: Pearson Education, 2012.

CÉSAR, Francisco I. Giocondo. Ferramentas básicas da qualidade: instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua. São Paulo: Biblioteca24horas, 2011.

GIOCONDO, Francisco L. Cesar. Ferramentas Básicas da Qualidade. Instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua. São Paulo: Biblioteca24horas, 2011

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

KARDEC, Alan; RIBEIRO, Haroldo. Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio de Aquino. Manutenção – Função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. Introdução à Administração. São Paulo: Atlas, 2000.

OTANI, MARIO; MACHADO, WALT AIR. A proposta de desenvolvimento de gestão de manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. Revista gestão industrial. Paraná, v. 04, n 02, p 3-4, 2008

PASSARINI, Giuseppe Ricardo. Gerenciamento de processos produtivos através de abordagem sistêmica. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2014.

SILVA, Ricardo. Alavancando negócios com seu vendedor: construindo planos, modelo de trabalho, processos, comportamentos, cultura e planejamento. Rio de Janeiro: Alta Books, 2020.

TELES, Jhonata. Gestão de parada de Manutenção. 1º edição. Brasília: Engeteles, 2017.

LOBO, Renato Nogueirol. Gestão da Qualidade. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2010.

LOBO, Renato Nogueirol. Gestão da Qualidade. São Paulo: Érica, 2020.

GODOY, Y. F. et al. Casos reais de implantação de TQC. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

QUINELLO, Robson; NICOLETTI, José Roberto. Inteligência competitiva nos departamentos de manutenção industrial no Brasil. Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação. 2005,

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM: Planejamento e Controle da Manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009

VIEIRA FILHO, Geraldo. Gestão da Qualidade Total: uma abordagem prática. Campinas: Alínea, 2010.