



***A APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS E TÉCNICAS DE GESTÃO COMO
ESTRATÉGIAS DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO PROCESSO PRODUTIVO***

***THE APPLICATION OF MANAGEMENT TOOLS AND TECHNIQUES AS PROBLEM
SOLVING STRATEGIES IN THE PRODUCTION PROCESS***

Área temática: Logística, Gestão da Cadeia de Suprimentos e Operações

*SOUZA, Alexandre de
ROCHA, Edair Canuto da
ROMEIRO, Maria do Carmo
SILVA, Maurício Castro da
MENEZES, Rosivaldo do Nascimento
Membro da Comunidade*

Resumo

Este estudo tem como objetivo analisar o efeito da aplicação de ferramentas de gestão no processo produtivo enquanto estratégia de mitigação dos riscos no atendimento ao cliente, logística e na produção, decorrente de falhas. Os processos de manutenção se tornaram ponto central da organização, de relevância considerável, quando se pensa em ações de proteção e conservação de ativos físicos. Planos de ação estratégicos devem contemplar as ações de manutenção como objetivos de desempenho, o que tenderá a potencializar a satisfação dos clientes e também os lucros empresariais, fatores de extrema significância nas vantagens competitivas e, conseqüentemente, na sobrevivência da organização. (BARROS; LIMA, 2011). A importância da gestão da manutenção de máquinas e equipamentos permite maximizar a disponibilidade e a eficiência dos equipamentos, prolongar sua vida útil, garantir a segurança do trabalho e reduzir os custos operacionais. Além disso, uma boa gestão da manutenção ajuda a garantir a confiabilidade dos equipamentos, melhorando a qualidade do produto final e a satisfação dos clientes. A proposta metodológica utilizada nesta pesquisa é de natureza exploratória e a estratégia escolhida foi o estudo de caso desenvolvido em uma empresa do setor industrial, que atua no segmento de linha branca, a qual permitiu compreender a relação entre as técnicas de gestão aplicadas na etapa final do processo produtivo para mitigar as falhas e contribuir com o aumento da produtividade da empresa.

Palavras-chaves: Gestão da Manutenção, Ferramentas de Gestão e Processo Produtivo.



Abstract

This study aims to analyze the effect of applying management tools in the production process as a risk minimization strategy in customer service, logistics and production due to failures. The maintenance processes have become a central point of the organization of considerable relevance when thinking about actions for the protection and conservation of physical assets. Strategic action plans must consider maintenance actions as performance objectives, which will tend to enhance customer satisfaction and also business profits, extremely significant factors in competitive advantages and, consequently, in the survival of the organization. (BARROS; LIMA, 2011). the importance of machine and equipment maintenance management allows maximizing the availability and efficiency of equipment, prolonging its useful life, ensuring work safety and reducing operating costs. In addition, good maintenance management helps ensure equipment reliability, improving the quality of the final product and customer satisfaction. The methodological proposal used in this research is of an exploratory nature and the chosen strategy was the case study developed in a company in the industrial sector, which operates in the white line segment, allowing to understand the relationship between the management techniques applied in the final stage of the process productive to mitigate failures and contribute to increased productivity in the company.

Keywords: Maintenance Management, Management Tools and Production Process.

1. Introdução

A gestão empresarial está presente desde o início do desenvolvimento industrial. Com a revolução industrial, ocorreram grandes mudanças na gestão das organizações, tais como: evolução tecnológica, a produção em larga escala, a organização do trabalho, a automatização da produção, a preocupação com a qualidade dos produtos, enfim uma série de mudanças que construiu a gestão da indústria atual.

Observa-se, portanto, a necessidade de reestruturação do processo produtivo aplicando-se técnicas de gestão que o torne mais eficiente e confiável, com menos intervenções e maior autonomia. Neste sentido a gestão das organizações relacionada à eficiência dos resultados tendem a facilitar o alcance dos objetivos quando integrada aos processos produtivos no que tange a manutenção efetiva das máquinas e equipamentos. Uma atenção especial é então, dada à manutenção que em alguns segmentos, passa ser o diferencial



e a garantia de sobrevivência no mercado; técnicas e metodologias são readaptadas e aplicadas a todo instante para garantir confiabilidade dos equipamentos. A viabilidade da produção está voltada à confecção de produtos com preços competitivos e qualidade compatível com demais concorrentes o que resulta em mercados mais exigentes, diversificados e sofisticados (KOTLER, 2021).

A competitividade almejada pelas organizações pode ser alcançada por meio de aspectos relacionados à qualidade do produto, ao prazo de entrega, ao preço do produto ou à assistência pós-venda. Nessa linha de pensamento, Araújo (2011), afirma que a aumento da competitividade das empresas tem relação com o maior volume de vendas e consequentemente uma maior geração de lucros.

Em paralelo a isto, Souza e Lima (2003), consideram que além da preocupação com o aumento da competitividade e o aumento dos lucros, as empresas devem ainda preocupar-se com a inovação e aplicação de novas tecnologias em seu processo produtivo, além de investimentos voltados ao capital intelectual. Segundo os autores, nos departamentos de manutenção, os resultados positivos de desempenho do sistema produtivo devem garantir melhores índices de produtividade e qualidade, simultaneamente a uma redução de custos relacionado as operações de manutenção. Neste sentido, o setor de manutenção assume uma função estratégica que agrega valor ao produto (SOUZA; LIMA, 2003).

Nessa linha de pensamento, Mesquita, Pereira e Fernandes (2021), consideram que a gestão da manutenção engloba uma lista de ajustes nos processos industriais. Segundo os autores, a gestão da manutenção enquanto função estratégica é a responsável direta pela disponibilidade de ativos que impactam diretamente nos resultados das empresas. Quanto mais eficaz for a gestão da manutenção maiores serão esses resultados. A gestão da manutenção torna-se complexa por envolver vários aspectos como tipos de equipamentos com necessidades de manutenções diferentes, coordenação de equipe de manutenção e produção, gerenciamento de estoque de peças de reposição, planejamento e programação de manutenção preventiva, identificação e solução de problemas técnicos, gerenciamento de custos de manutenção e o acompanhamento da conformidade regulatória (KARDEK; NASCIF, 2009).

Neste sentido, a importância da gestão da manutenção de máquinas e equipamentos permite maximizar a disponibilidade e a eficiência dos equipamentos, prolongar sua vida útil, garantir a segurança do trabalho e reduzir os custos operacionais. Além disso, uma boa gestão



da manutenção ajuda a garantir a confiabilidade dos equipamentos, melhorando a qualidade do produto final e a satisfação dos clientes.

Conceituar a gestão da manutenção, sua importância e complexidade se apresentam como abordagens relevantes contribuindo para demonstrar que por meio de técnicas e/ou ferramentas de controle adequadas, pode-se melhorar os processos a partir da sua eficiência quando aplicadas ao longo de todo o processo produtivo. Além de contribuir na identificação de problemas, corroboram com a tomada de decisão dos gestores. Portanto, o objetivo geral do trabalho é analisar o efeito da aplicação de ferramentas de gestão no processo produtivo enquanto estratégia de mitigação dos riscos no atendimento ao cliente, na logística e no processo produtivo, decorrente de falhas. Para melhor ilustrar a eficácia da aplicação das técnicas de gestão utilizadas neste estudo, a etapa final do processo produtivo da linha branca, será acompanhada com foco nas falhas constantes em equipamento específico, o qual impacta negativamente os resultados da empresa.

A proposta metodológica utilizada nesta pesquisa é de natureza exploratória e a estratégia escolhida é o estudo de caso que permite compreender a relação entre as técnicas de gestão e o alcance de objetivos organizacionais, especificamente na área de manutenção.

2. Referencial Teórico

2.1 Gestão da Manutenção e Estratégia na tomada de decisão

Quando se trata de gerenciamento de projetos, indicadores de desempenho possibilitam a construção de diagnóstico do factual cenário, permitindo a previsão de quadro futuro de uma organização. Ademais, indicadores de desempenho servem também de provedores de informações estratégicas, as quais asseguram a contínua evolução das operações industriais (BARROS; LIMA, 2011). Complementando a ideia, Barros e Lima (2011) expõem que os processos de manutenção se tornaram ponto central da organização de relevância considerável quando se pensa em ações de proteção e conservação de ativos físicos. Planos de ação estratégicos devem contemplar as ações de manutenção como objetivos de desempenho, o que tenderá a potencializar a satisfação dos clientes e também os lucros empresariais, fatores de extrema significância nas vantagens competitivas e, conseqüentemente, na sobrevivência da organização.



As atividades de manutenção despertam, cada vez mais, interesse científico para que sejam diretamente associadas aos objetivos da empresa, proporcionando melhores resultados, atendendo as expectativas dos clientes e superando a concorrência. A internacionalização da economia apresenta a fragmentação do conceito de desempenho em dimensões como qualidade, flexibilidade e produtividade (SEVERIANO FILHO; LESSA, 2012). Este conceito se alinha com a concepção da Produção Enxuta, que é alicerçada na mitigação de desperdícios, otimizando ou até mesmo eliminando atividades que não agregam valor ao cliente final. As ações de redução de desperdícios impactam positivamente na geração de valor das organizações, fortalecendo a sobrevivência e intensificando o poder de competitividade organizacional (FAVONI; GAMBI; CARETA, 2013).

A gestão da manutenção potencializa a qualidade e também a disponibilidade dos produtos, aumentando significativamente a lucratividade e, conseqüentemente, passando a ser parte relevante da saúde industrial. A manutenção, no papel de elo da cadeia de valor, colabora com efetividade expressiva na garantia do lucro, certificando valor ao negócio (BARROS; LIMA, 2011). Os autores complementam que a indústria e a evolução tecnológica potencializaram a implantação de sofisticados equipamentos e sistemas automatizados, fato que obrigou o desenvolvimento de sistemas de gestão da manutenção, de novos modelos de ações e o emprego de técnicas de engenharia eficazes, que permitem que as demandas sejam atendidas prontamente, proporcionando competitividade.

Vale ressaltar que as medidas de desempenho devem ser retratadas através de sistemas íntegros de medição, análise e demonstração de resultados, proporcionando agregação de valor e possibilitando evolução no curto, médio e longo prazo (SEVERIANO FILHO; LESSA, 2012). Segundo Oribe (2008), o aumento da competitividade na visão de muitas empresas é refletido no desempenho das pessoas quando exigidas por resultados, na resolução de problemas e pela melhoria contínua. O autor considera existir uma infinidade de técnicas voltadas à solução de questões internas ao processo produtivo, e escolher a mais adequada passou a ser o principal problema. Cerca de 90 % dos problemas ou falhas que ocorrem são de natureza repetitivos. Uma análise criteriosa dos modos de falhas aponta defeitos ou situações que em muitos casos passavam despercebidas ou eram ignoradas. Apesar das medições, controles e indicadores, as decisões estão muito calcadas na subjetividade, devido



principalmente aos escassos recursos humanos disponíveis e ao elevado nível de incerteza conjuntural e mercadológica (ORIBE, 2008).

Do Ponto de vista tradicional, falha é qualquer diferença entre uma situação desejada e a situação atual. Falha é, portanto, a não capacidade de atender a demanda total ou parcial, ou seja, um resultado indesejável do trabalho quando se compara o previsto com o real (MENDONÇA, 2004). São necessárias ações que corrijam e ou previnam a ocorrência de tais problemas. Com o aumento das exigências de mercado, diminui-se a tolerância aos erros, faz-se necessário um maior controle e exige-se confiabilidade e garantias.

Nesse contexto, segundo Lima (2012) a manutenção tem o mesmo valor que a produção dentro das empresas, pois se a área de manutenção não alcançar seus indicadores a área produtiva também não alcançará suas metas pois não terá equipamentos suficientes para produzir o esperado, desta forma a importância de implantar e manter modernos, eficientes e competentes modelos de gestão da manutenção passa a ser prioridade zero, na busca de conseguir o melhor rendimento do equipamento e maior segurança nos resultados operacionais. A manutenção simplesmente, deixou de ser nas últimas décadas, uma simples atividade de reparo para se tornar um meio essencial ao alcance dos objetivos e metas da organização.

2.2 Manutenção Industrial

Uma de suas definições de manutenção é “uma combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo supervisão, visando manter ou restaurar itens em um estado em que possam desempenhar as funções requeridas” (ABNT, 1994), ou seja, tem o objetivo de Fazer com que os equipamentos de fábrica operem nas condições especificadas pelo maior tempo possível, e garantir a qualidade e segurança. Por este motivo, existem alguns tipos básicos de manutenção, a saber: manutenção corretiva não planejada, manutenção corretiva planejada, manutenção preditiva e manutenção preventiva.

2.2.1 Manutenção Corretiva Não Programada

Sua principal característica é intervir somente após a falha. Este pode ser o tipo mais antigo, pois teve sua origem nas práticas de manutenção anteriores à Segunda Guerra Mundial. Essas práticas também são conhecidas como primeira geração (KARDEC; NASCIF;



2009). Infelizmente, esse tipo de manutenção ainda é muito utilizada em alguns parques industriais. Suas características de resposta somente após uma falha levarão a uma queda significativa nos indicadores de produção e qualidade do produto, pois paradas inesperadas de produção são fatores impactantes, em especial se considerarmos a competitividade hoje praticada.

2.2.2 Manutenção Corretiva Programada

Seu princípio é o mesmo da anterior, ou seja, a intervenção só ocorre após a falha. Porém, por meio do monitoramento do equipamento, é possível identificar a falha, antes da ocorrência, permitindo assim algum planejamento para sua realização da ação de manutenção (KARDEC; NASCIF; 2009). Isso geralmente é feito com a compra de peças de reposição, até mesmo substituindo o dispositivo após a falha. Além de fornecer indicadores de maior qualidade no processo, essa abordagem costuma ser mais barata que a anterior e, fornecendo indicadores de maior qualidade no produto final.

2.2.3 A Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva não possui programação de ocorrência antecipada, mas deve ter sua ocorrência determinada pelo resultado de medições de variáveis ligadas ao equipamento, que irão indicar a necessidade de tal manutenção. As principais variáveis a serem acompanhadas através de métricas são a temperatura, os ruídos, a vibração e a alimentação de energia elétrica (GREGÓRIO, 2018).

É uma atividade que usa técnicas analíticas para medir componentes ou parâmetros do sistema. Por meio da análise de vibração que sugerem danos em rolamentos, análise de lubrificantes, inspeções de imagens térmicas e outras técnicas preditivas, podemos identificar desgaste ou falha iminente em componentes do sistema, que devem ser substituídos. Esse tipo de manutenção é realizado para reduzir a incidência de manutenções preventivas ou corretivas, por intermédio de monitoramento (XENOS; 2004).

A análise de vibração é uma técnica identificada por análise de espectro, falhas de funcionamento, como lubrificação deficiente, desbalanceamento, cavitação e folga. Para coletar esses espectros e analisá-los, faz-se necessária utilização do dispositivo denominado acelerômetro em combinação com um dispositivo de coleta, e então estudar o espectro



dividido em deslocamento, velocidade e aceleração, permitindo a identificação de possíveis falhas, porém essa técnica é somente utilizada em equipamentos rotativos (KARDEC; NASCIF; 2009).

A análise de lubrificantes é utilizada há muito tempo como uma técnica de manutenção preditiva, porém com o avanço da tecnologia, essa técnica também foi aprimorada. Esse tipo de preditiva tem como objetivos principais a identificação das condições dos lubrificantes, utilização correta dos mesmo e desgaste excessivo dos equipamentos ou de seus componentes (KARDEC; NASCIF; 2009). Os mesmos autores ressaltam que para a aplicação da manutenção preditiva deve ser considerada a possibilidade ou viabilidade de acompanhamento do equipamento ou sistema, pois o monitoramento é a base da manutenção preditiva. Outro fator a ser considerado é o custo de tal monitoramento, pois alguns equipamentos necessitam de técnicas preditivas específicas e de custo elevado, as quais podem não ser utilizadas, a depender do equipamento.

Gregório (2018) apresenta que a redução de manutenções preventivas e corretivas pode ser garantida por meio de técnicas de análise, supervisão de amostragem ou centralizada, as quais irão garantir a qualidade almejada.

2.2.4 Manutenção Preventiva

Manter o funcionamento impecável dos equipamentos e máquinas nos processos produtivos, é o desafio principal das operações industriais. A manutenção preventiva é adotada para prevenir a ocorrência de falhas, fato que requer acompanhamento constante do parque fabril (GREGÓRIO, 2018). É “[...] a execução realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo” (KARDEC; NASCIF; 2009, p.42). A mesma consiste em fazer manutenções em tempos pré-estabelecidos, de forma que essas manutenções evitem as quebras. Esses intervalos são definidos através das especificações com relação a vida útil dos componentes, ou até mesmo de estudos relacionados ao histórico de quebra dos equipamentos.

Em detalhamento da ideia, Gregório (2018) expõe que, os períodos considerados para aplicação da manutenção preventiva, podem ser definidos por informações do fabricante do equipamento, o qual comumente fornece informações técnicas acerca da operação e vida útil



do equipamento. A autora complementa ainda que outra aplicação da manutenção preventiva deve ser realizada em um tempo menor que a média das falhas do equipamento, que é definido através da análise dos relatórios de falhas. A manutenção preventiva é a técnica que proporciona a maior qualidade as indústrias, além de proporcionar um impacto positivo considerável com relação a produtividade. No entanto, a utilização da mesma deve ser muito bem avaliada, pois pode exigir altos custos que por vezes acabam inviabilizando a aplicação da técnica.

2.3 Ferramentas Aplicadas à Análise de Falhas

Para obtenção de resultado positivo em estudo de análise de falhas, são necessárias duas informações, a saber: a) a primeira referente à capacidade do processo que faz parte do equipamento, ou seja, a capacidade operacional / produtiva; b) a segunda está relacionada ao que se pretende obter com o estudo, ou seja, o desempenho esperado, que nunca deve ultrapassar a capacidade do equipamento (ARAÚJO, 2011). A metodologia determina o que deve ser feito para assegurar que o equipamento continue a fazer o que é esperado, considerando-se seu contexto operacional. A proposta da manutenção é manter o equipamento com desempenho dentro da faixa que compreende a capacidade do processo inicial e o desempenho esperado.

A solução de um problema é melhorar o resultado deficiente para um nível aceitável. As causas do problema são investigadas sob o ponto de vista dos fatos, e a relação de causa e efeito é analisada com detalhe. Decisões sem fundamentos, baseadas em imaginação ou cogitações teóricas, são estritamente evitadas, visto que tentativas de resolver problemas por tais decisões conduzem a direções erradas, resultando em falha ou atraso na melhoria. Para evitar a repetição dos fatores causais, são planejadas e implantadas contramedidas para o problema (ARAÚJO, 2011).

Na Figura 1, têm-se as cinco diferentes fases de investigação de um determinado problema e a ordem em devem ser tratadas.



Figura 1 – Fases de análise de uma falha.
Fonte: Araújo (2011)

Fase de seleção do problema - A primeira fase do ciclo é a de selecionar o problema (ou oportunidade), que representa um gargalo ou um desperdício na área. Para que o ciclo se inicie, a equipe deve fazer uma lista dos problemas em potencial. Em seguida realiza-se a coleta de dados que medirão a magnitude de cada problema. O passo mais importante para a solução de um problema é reconhecer o enfrentamento. O princípio de Pareto vai ajudar a determinar quais problemas devem ser resolvidos em primeiro lugar.

Fase de análise - O próximo passo é fazer uma análise detalhada para obtenção do máximo de informações possíveis acerca do problema.

Fase de correção - Uma vez encontrada a causa raiz do ponto falho, a equipe estará pronta para desenvolver um plano que evitará permanentemente a repetição do problema ou no mínimo, o reduzirá a um nível aceitável. Nessa fase pode ser utilizada a ferramenta 5W1H.

Fase de medição - O impacto do plano de ação corretiva deve ser medido de modo a termos certeza de que a solução foi adequadamente aplicada ao problema. Se houver falha na solução ou o nível de correção se apresentar insatisfatório, a equipe deverá voltar ao início da fase de correção e desenvolver abordagem alternativa. Se o plano for bem-sucedido, a equipe deverá preparar um relatório resumido, descrevendo o problema, os métodos de correção e os ganhos de qualidade/custo/produtividade, além de suspender qualquer ação temporária.

Fase de prevenção - Após o problema ter sido resolvido, os membros da equipe, com ajuda do Conselho Orientador do Processo de Aperfeiçoamento, entrarão na fase de prevenção do ciclo de oportunidade. Durante esse estágio, deverão fazer uma revisão do conhecimento adquirido acerca do problema e então aplicá-lo ao resto das linhas de produção e/ou atividades da companhia, em condições semelhantes. Essa fase final do ciclo de



oportunidade permite que a experiência adquirida em um único problema possa ser aplicada à solução global. O objetivo dessa fase é alterar os sistemas de forma que o problema possa ser eliminado definitivamente das atividades futuras (ARAÚJO, 2011).

2.3.1 Método de Análise de Pareto

Na definição de Scartezini (2009), o diagrama de Pareto é uma técnica de priorização das informações, dando uma ordem hierárquica de importância. Esta técnica permite estabelecer dois grupos de causas para a maioria dos processos. Uma grande quantidade de causas (ordem de 80%) contribui muito pouco (ordem de 20%) para os efeitos observados. Uma pequena quantidade de causas (ordem de 20%) contribui de forma preponderante (ordem de 80%) para os efeitos observados. O primeiro grupo é denominado “maiorias triviais” e o segundo grupo de “minorias essenciais”.

Esta técnica utiliza uma abordagem de classificação para enumerar as causas de acordo com suas contribuições para atingir um dado efeito. A Figura 3 mostra que a causa principal é vista do lado esquerdo do diagrama e as causas menos importantes são mostradas em ordem decrescente do lado direito. O diagrama de Pareto define apenas o fator mais frequente na análise e não necessariamente o mais importante.

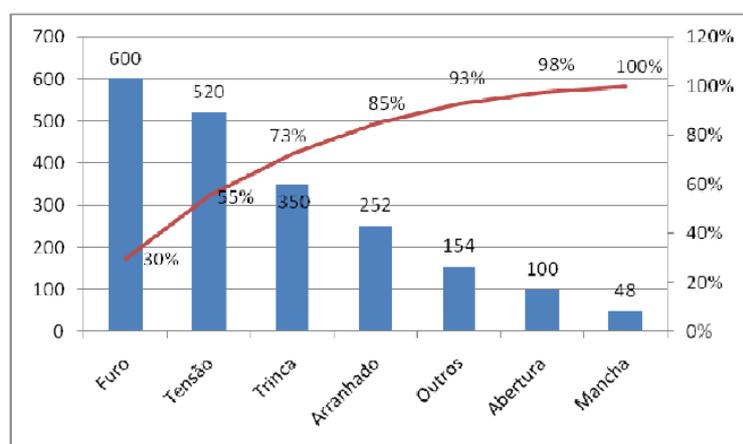


Figura 2: Exemplo de Diagrama de Pareto – custo por defeito.
Fonte: Scartezini (2009).



Segundo Araújo (2011), o método de Análise de Pareto é desenvolvido em cinco etapas fundamentais, as quais são apresentadas a seguir:

a) identificação do problema - consiste em subdividir o problema em problemas menores até que se possa resolvê-los, utilizando-se o “Método de Soluções de Problemas” que consiste em: identificar o problema claramente e ver sua importância; investigar as características específicas do problema; elaborar um plano para bloquear a causa; verificar se o problema foi bloqueado totalmente; elaborar a padronização para que não se tenha o risco do reaparecimento do problema;

b) estratificação - serve para mostrar a origem do problema. Consiste em dividir em várias causas. Para tal, deve-se fazer uma análise detalhada, utilizando-se de algumas ferramentas, tais como: diagrama de Ishikawa, diagrama de relação, diagrama de árvore, etc. Usando-se estas ferramentas, deve-se fazer uma reunião para levantar os fatores responsáveis pela ocorrência dos problemas;

c) coleta de dados - feita a estratificação, deve-se elaborar uma planilha onde são colocados os dados levantados. Logo após, verifica-se o grau e importância de cada fator com base nos dados e fatos obtidos;

d) priorização com ajuda do diagrama de Pareto permite ilustrar, através de um gráfico, os itens mais importantes a que se deve dar prioridade. Neste gráfico, pode-se ver que a teoria desenvolvida por Pareto, onde “muitos itens são triviais e poucos são vitais”, é perfeitamente utilizável no âmbito das organizações.

2.3.2 Diagrama Causa-Efeito ou Diagrama de Ishikawa

Para Scartezini (2009) o diagrama causa-efeito é uma esquemática que permite a visualização do efeito estudado e suas principais causas. O objetivo desta técnica é mapear fatores que afetam um problema (efeito negativo) ou resultado desejado. Essa ferramenta contribui para determinar a causa mais provável de um problema ou o fator mais relevante de um resultado desejado.

Segundo Araújo (2011) o diagrama de causa efeito é uma ferramenta utilizada quando se deseja identificar, explorar e ressaltar todas as causas possíveis de um problema ou condições específicas.

- Classificação do processo;



- Enumeração de causas.

As causas principais podem ser agrupadas em categorias, 6M, 4M, 4P...

6M → método; mão de obra; material; máquina; meio ambiente e medidas.

4M → máquina; material; mão de obra e método.

4P → planta; pessoal; procedimentos e políticas.

Como construir Diagramas de Causa e Efeito, exemplo Figura 4:

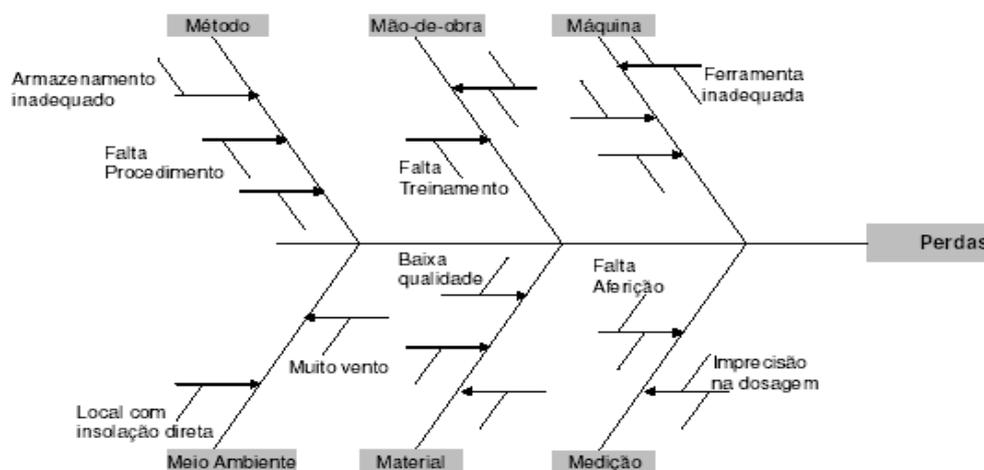


Figura 3 – Determinação das causas de um problema
Fonte: Araújo (2011)

- 1) Estabeleça uma definição que descreva o problema de forma clara.
- 2) Encontre o maior número de possíveis causas para o problema, através de um brainstorming da equipe envolvida.
- 3) Construa o diagrama de causa e efeito.
 - a) Coloque o problema no quadro à direita.
 - b) Defina as categorias de causas mais apropriadas 6M, 4M, 4P, outras...
 - c) Aplique os resultados do brainstorming.
- 4) Análise.
 - a) Identifique as causas que aparecem repetidamente.
 - b) Obtenha consenso do grupo, ou utilize a técnica de votação.
 - c) Colete e analise dados para determinar a frequência relativa das causas mais prováveis e selecionar as causas de maior importância.



2.3.3 Técnica 5 Por Quês

Segundo Scartezini (2009) a técnica de análise dos 5 Por Quês busca identificar as causas raízes de um problema, de forma bastante simples. Diante do problema encontrado deve-se realizar 5 interações perguntando o porquê daquele problema, sempre questionando a causa anterior. Deve ser feito o questionamento até atingir o nível raiz, no qual não é mais possível determinar o desdobramento das causas. A seguir é apresentado um exemplo de sua aplicação.

Na realidade, não é necessário que sejam exatamente 5 perguntas. Podem ser menos ou mais, desde que você chegue à real causa do problema. Também é importante entender que esta é uma ferramenta limitada. Fazer 5 perguntas não substitui uma análise de qualidade detalhada. Uma das principais críticas à ferramenta, é que pessoas diferentes provavelmente chegarão a causas raiz diferentes com estas perguntas. Por isso o ideal é que as perguntas sejam feitas com participação de toda a equipe, para que gere um debate em torno das causas verdadeiras.

Após a aplicação das técnicas de identificação das causas dos problemas é necessária a aplicação das ferramentas de priorização (matriz GUT, diagrama de Pareto e folha de verificação) para determinar as causas mais relevantes dos problemas existentes. Desta forma, atua-se com eficiência, direcionando os esforços da organização para os pontos mais relevantes (SCARTEZINI, 2009).

2.3.4 ANÁLISES DE FALHAS

O objetivo principal da análise de falhas é evitar novas falhas, ou seja, novas quebras ou paradas nos equipamentos. A investigação deve determinar as causas básicas da falha e essa informação deve ser utilizada para permitir a introdução de ações corretivas que impeçam a repetição do problema. A função do componente ou do equipamento deve ser considerada na análise, uma vez que conceituamos falha como a ocasião em que o componente ou equipamento não é mais capaz de executar a sua função com segurança (ARAÚJO, 2011). Notar que o defeito ocorrido no equipamento será considerado uma falha



prematura quando ele acontecer antes do fim da vida útil para o modo de falha considerado, no caso de componentes com vida útil definida como critério de projeto.

Ainda para Araújo (2011), defeitos ocorridos a qualquer tempo serão considerados falhas prematuras se ocorrerem por modos de falhas não consideradas no projeto ou em componentes com vida útil indefinida. Analisar uma falha é interpretar as características de um sistema ou componente deteriorado para determinar porque ele não mais executa sua função com segurança. Uma análise de falhas que não serve de subsídio para um conjunto de ações corretivas tem utilidade nula. Por outro lado, se não for possível determinar as causas físicas da falha não será possível introduzir melhorias no sistema.

Após esta breve revisão sobre as principais ferramentas utilizadas pela técnica de análise de falhas, como continuidade da revisão bibliográfica é apresentado uma explanação sobre o equipamento que é objeto de estudo deste trabalho “cabos de aço” que demandavam constantes manutenções devido a quebras prematuras ocasionadas por travamento das roldanas.

3. Metodologia

A pesquisa é de natureza exploratória que possibilita maior conhecimento acerca do problema a ser estudado, objetivando mais familiaridade com o mesmo e/ou a construção de hipóteses. É bastante flexível, permitindo a reflexão de inúmeros aspectos acerca do estudo, e a estratégia escolhida é o estudo de caso, que se caracteriza pela realização de estudos consideravelmente profundos, de um ou poucos objetos, buscando o conhecimento amplo e detalhado do(s) mesmo(s). O estudo de caso é aplicado para se investigar fenômenos pertencentes aos mais variados campos do conhecimento. Carrega como principais vantagens, o incentivo a novos achados, foco na completeza e a simplicidade dos procedimentos (GIL, 2009).

A empresa estudada pertence ao setor de indústria, no segmento de linha banca e, para fins desta pesquisa é apresentada como “XYZ”. O nome fictício utilizado obedece a orientação da empresa que ao permitir a realização da pesquisa e por esta se tratar de um caso real, solicitou que sua razão social fosse preservada.

A coleta de dados foi realizada em duas etapas: o levantamento de fontes primárias e secundárias. Para o levantamento das fontes primárias utilizou-se a revisão bibliográfica dos



principais autores que abordam a gestão da manutenção, bem como as teorias relacionadas as técnicas de gestão aplicadas no estudo.

O levantamento das fontes secundárias foi realizado em duas etapas: a primeira está relacionada ao acompanhamento da etapa final do processo produtivo de linha branca, objeto deste estudo, para analisar as possíveis falhas que, por vezes, acabam comprometendo o desempenho organizacional. Na segunda etapa, foram analisados dados extraídos do SIGMA (Sistema Integrado de Gerenciamento de Manutenção), por meio de relatórios gerados das ordens de serviço (corretiva emergencial), de responsabilidade do setor de manutenção no período de 01/01/2021 a 31/07/2021, fundamentais no processo de análise. Os dados analisados possibilitaram identificar os problemas que ocorriam na etapa final do processo produtivo impactando nos índices de produtividade em toda a cadeia produtiva.

A identificação do problema nesta etapa seguiu o seguinte fluxo: aplicação da técnica de análise de falhas que proporcionou identificar a causa raiz do problema, em seguida aplicou-se a técnica de análise de Pareto cuja especificidade identificou o equipamento com maior perda produtiva e apontou a maior incidência do problema.

Para o mapeamento dos principais fatores que causavam o problema da identificado na análise de Pareto, utilizou-se o diagrama de causa e efeito, e por fim, a técnica do 5 por quês foi fundamental para comprovar que o principal gargalo na etapa final do processo, analisado neste estudo, estava relacionado a quebra da corrente de transmissão em um equipamento específico.

O trabalho analisa, baseado na fundamentação teórica apresentada, o efeito da aplicação de ferramentas de gestão no processo produtivo enquanto estratégia de minimização dos riscos no atendimento ao cliente, logística e o produção decorrente de falhas produtivas.

4. Desenvolvimento do estudo

Para desenvolvimento desse projeto, foi realizado um levantamento nos equipamentos de embalagem da Formapack (figura 4) da empresa “WYZ”. O equipamento a ser estudado, é utilizado no processo de embalagem e sua função está focada no sistema de selagem, corte, esteira transportadora e túnel de encolhimento.



Figura 4: Máquina de embalagem.
Fonte: Própria (2021)

4.1 Identificação do Problema

A competitividade, que se apresenta como preocupação máxima das organizações, pode ser alcançada aplicando foco na qualidade do produto, no prazo para entrega, no preço do produto ou na assistência pós-venda. Assim a acirrada concorrência obriga que as falhas ou pontos fracos sejam tratados como prioridades para eliminar a possibilidade de perdas no processo produtivo, ou de valor.

Os dados utilizados para realização do estudo de caso, foram extraídos do SIGMA (Sistema Integrado de Gerenciamento de Manutenção), através de relatórios de ordens de serviço (corretiva emergencial), abertas para o setor de manutenção no período de 01/01/2021 a 31/07/2021.

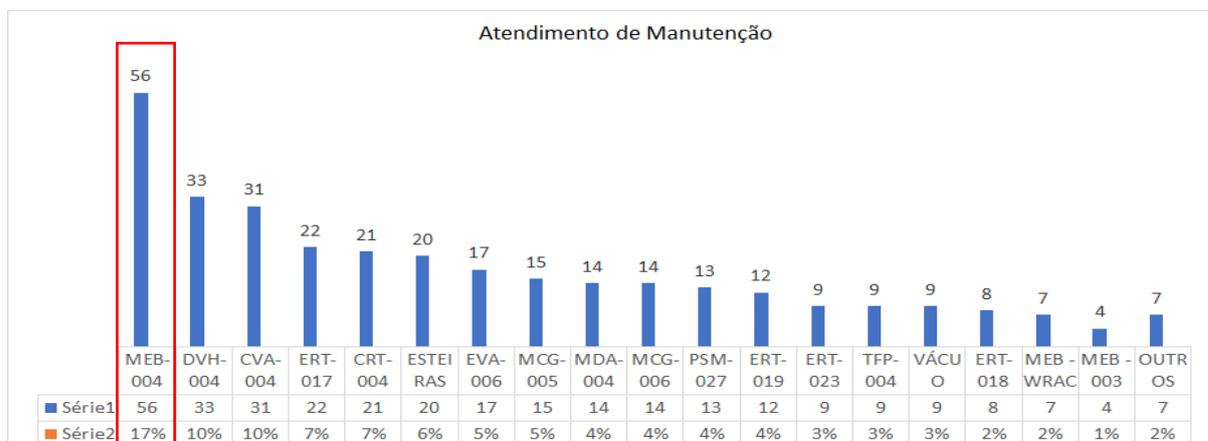


Gráfico 1: Total de atendimento das manutenções acumuladas no período de Jan – Jul /21
Fonte: Sigma



Através desse levantamento de dados foi possível determinar que a máquina que teve mais atendimento foi a máquina de embalagem 004.

CAUSA DA PARADA	Qtd	TTL Acum.	% do TTL	Porcent. % Acum.
CORRENTE QUEBRADA	25	25	44,64%	45%
SELAGEM	6	31	10,71%	55%
EMPURRADOR	4	35	7,14%	63%
MÁQ. TRAVADA	3	38	5,36%	68%
CONFORMADOR	3	41	5,36%	73%
FALHA SENSOR	2	43	3,57%	77%
DESOBINADOR	2	45	3,57%	80%
TALHA	2	47	3,57%	84%
NÃO LIGA	2	49	3,57%	88%
PARAFUSO	2	51	3,57%	91%
MÁQ. PARADA	1	52	1,79%	93%
ESTEIRA TRAVADA	1	53	1,79%	95%
FALTA DE ENERGIA	1	54	1,79%	96%
LUMINÁRIA	1	55	1,79%	98%
VAZAMENTO	1	56	1,79%	100%
Total	56		100%	

Tabela 1: Paradas na Embaladora 004 no período de Jan ~ Jul /21

Fonte: Sigma

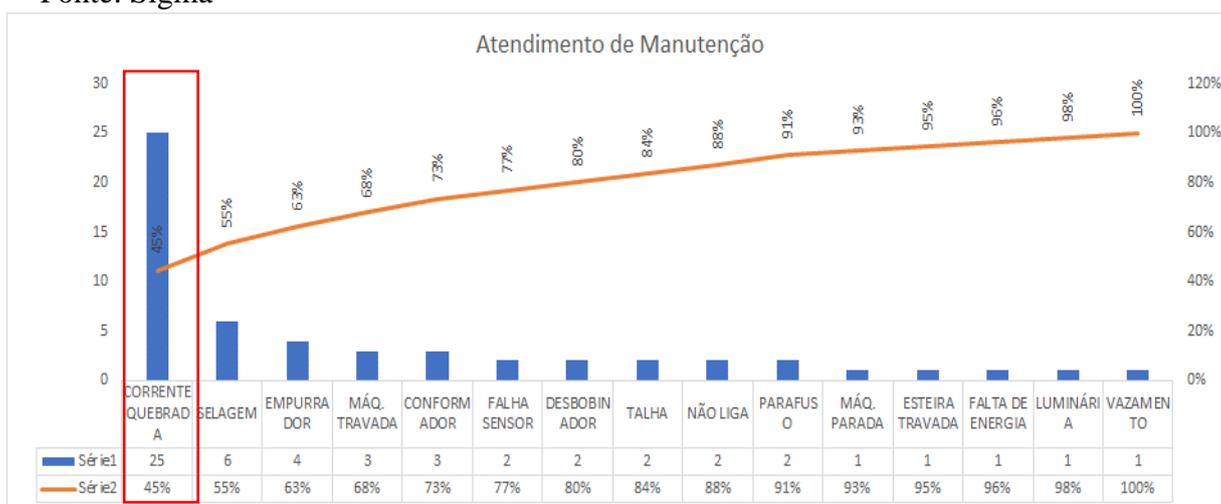


Gráfico 2: Total de paradas acumuladas no período de Jan ~ Jul / 21

Fonte: Sigma

Para análise e identificação do principal problema responsável pelo maior número de paradas e das causas raízes das constantes quebras, foi utilizado como ferramenta, o Método



de Análise de Pareto, o diagrama de causa-efeito e técnica dos 5 porquês que estão representados no Gráfico 2 e Tabela 1 respectivamente. Também foi criado instruções de inspeção do equipamento de manutenção e manufatura (ver anexo A e C) e registro de inspeção do equipamento de manutenção e manufatura (ver anexo B e D), como medida preventiva à quebra.

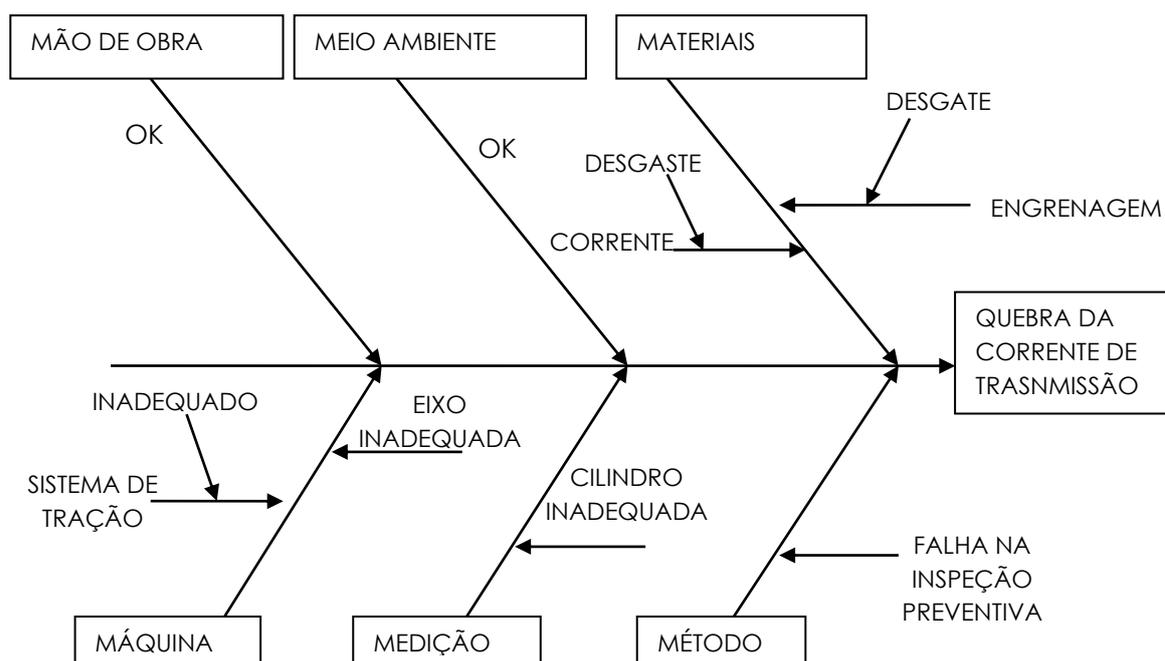


Figura 5: Análise de pelo Diagrama de causa-feito.
Fonte: Própria (2021)

Tabela 2 – Utilização da técnica dos 5 Por Quês para identificar a causa-raiz.

1º Por quê?	2º Por quê?	3º Por quê?	4º Por quê?	5º Por quê?	Ação
Constante quebra da corrente de transmissão	Tensionamento excessivo da corrente	Engrenagem desalinhada em relação à base de fixação da corrente	Estrutura de fixação do mecanismo desalinhado	Falha na concepção de desenvolvimento do sistema de tração do equipamento	Individualizar o sistema de tração

Baseado nos resultados apresentados após aplicação e análise do diagrama de Ishikawa e técnica dos 5 “Porquês”, tem-se como causas mais prováveis das quebras da



corrente de transmissão, a falha no projeto do sistema de tração e lubrificação insuficiente, conforme mostram as Figuras 6 e 7. Diante dos dados apresentados foram definidos os pontos de melhoria e realizadas algumas modificações para tornar robusta a estrutura do equipamento e modificações no sistema de tração e lubrificação das correntes.



Sistema de tração da régua com um cilindro.

Figura 6: Sistema de tração da abertura da régua
Fonte: Própria (2021)



Único Sistema de tração da corrente.

Figura 7: Sistema de tração da corrente
Fonte: Própria (2021)



5. Desenvolvimento do Projeto

Para adequar o novo sistema de tração foram feitas algumas modificações na individualização do sistema de tração das correntes com cilindros ISO 15552, confecção e instalação de dois piões central para o sincronismo das correntes e instalação de dois eixos nas laterais para o sincronismo do sistema de tração. Conforme apresenta a Figuras 8, 9 e 10.



Figura 8: Novo sistema de tração da corrente com dois cilindros
Fonte: Própria (2021)

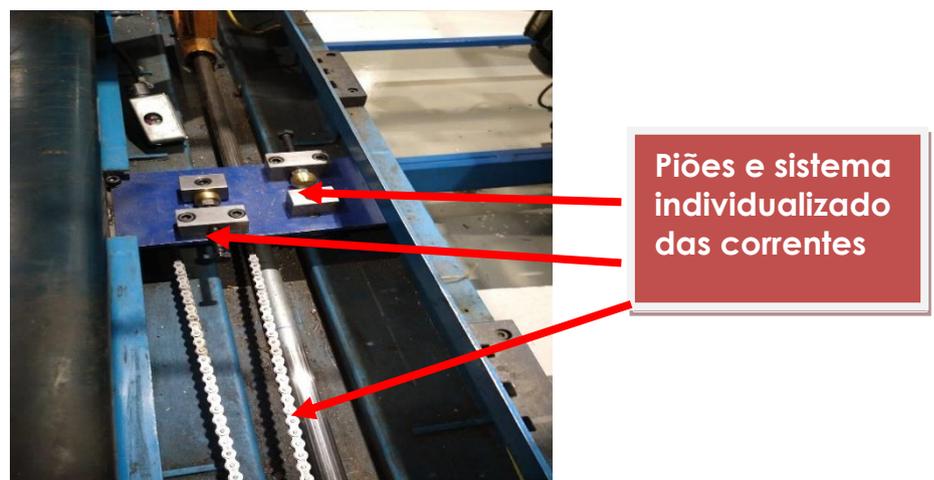


Figura 9: Individualização do sistema de tração e piões
Fonte: Própria (2021)



Eixo laterais de sincronismo da corrente com duas engrenagens guias

Figura 10: Eixo laterais de sincronismo das correntes
Fonte: Própria (2021)

O equipamento em funcionamento demonstrou total eficiência no desenvolvimento das atividades, pois foi observado que o tracionamento do sistema de tração estava leve e sem atrito, devido a adequação dos eixos laterais, piões e os cilindros individuais do sistema de tração. Assim a revitalização mais robusta de todo o sistema de tração das correntes.

Com o desenvolvimento do projeto, foi reduzido o índice de quebra da corrente à zero no período de 16 de agosto ao mês de novembro 2021, conforme a tabela 2. Proporcionando melhor confiabilidade no equipamento. Em seguida foi realizado, comparativo entre os Gráficos 3 e 2 onde podemos observar com maior clareza os resultados obtidos com a adequação do novo sistema de tração.

CAUSA DA PARADA	Qtd	TTL Acum.	% do TTL	Porsent. % acunul.
FALTA DE ENERGIA	2	2	33,33%	33%
VAZAMENTO PNEUMÁTICO	1	3	16,67%	50%
VÁLVULA TRAVADA	1	4	16,67%	67%
LUMINÁRIA QUEIMADA	1	5	16,67%	83%
PORTA TRAVADA	1	6	16,67%	100%
Total	6		100%	

Tabela 2: Paradas na Embaladora 004 no período de 16 Ago ~ 15 nov / 21

Fonte: Sigma

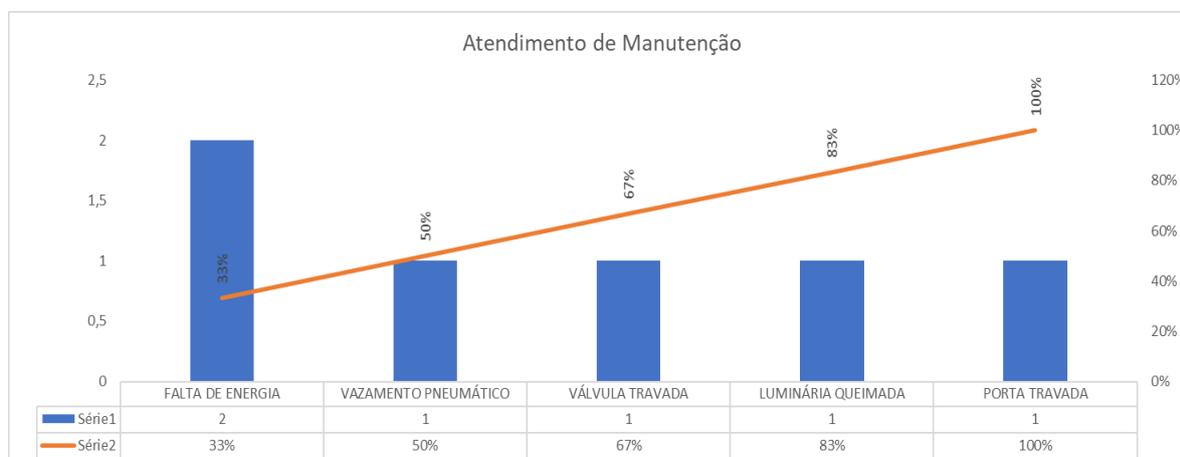


Gráfico 3: Total de paradas acumuladas no período de 16 Ago - 15 nov / 21
Fonte: Sigma

Avaliando o resultado obtido após a implantação da melhoria com os dados apresentados no período em que ocorreram as quebras (Gráfico 1), observamos que a parada do equipamento no que diz respeito à quebra de corrente reduziu a zero.

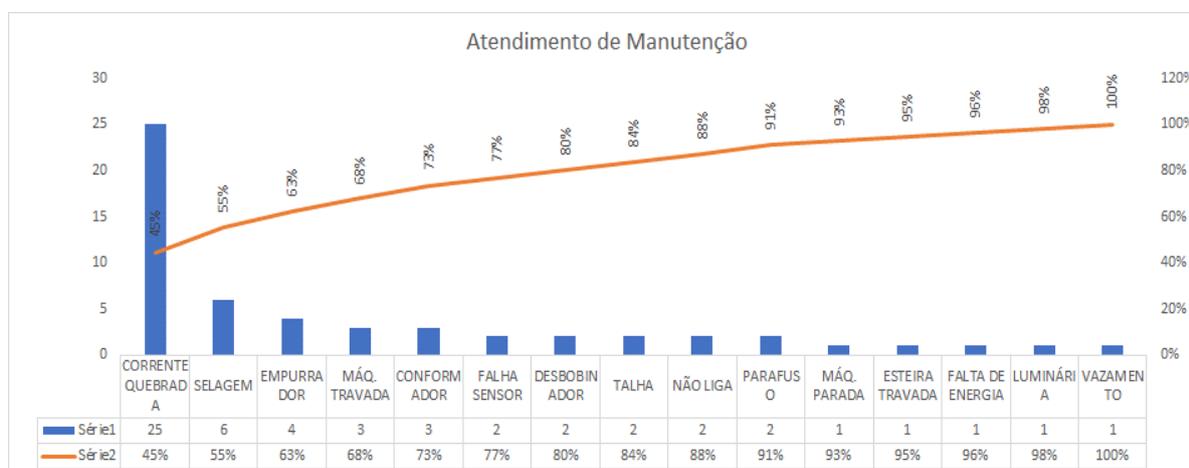


Gráfico 2: Total de paradas acumuladas no período de Jan ~ Jul / 21
Fonte: Sigma

É importante observar que os problemas apresentados após a melhoria, são problemas que não impactam diretamente no funcionamento do equipamento, pois são problemas externos ocorridos e que levam um tempo bem menor de manutenção se compararmos com a troca de uma corrente quebrada que leva em média 2 horas para a substituição.



6. Considerações finais.

A aplicação de técnicas e/ou ferramentas de gestão empregadas neste estudo, possibilitaram a análise dos riscos decorrentes de falhas no processo produtivo e favoreceram a tomada de decisão na mitigação de problemas.

A identificação de problemas no processo produtivo, por vezes, se apresenta de forma complexa, isso se deve ao fato de o processo produtivo ser composto por os equipamentos variados os quais demandam, da gestão da manutenção, planos específicos para eliminação de falhas quando estas ocorrem.

Observou-se que a ausência do projeto do equipamento, identificada na análise do caso, desencadeou uma alteração do processo, decorrente da não realização de avaliação do projeto.

Percebeu-se que nem sempre é possível realizar um bom planejamento estratégico de manutenção para os ativos da empresa, por vezes, por falta de conhecimento das pessoas que o realizam, porém é importante que sejam desenvolvidos meios de aquisição de conhecimento pela experiência obtida no acompanhamento do desempenho dos equipamentos nos processos em que estão inseridos.

Neste sentido, a análise das falhas dos equipamentos é uma técnica que permite a identificação da própria falha de gestão da manutenção. Em complemento a esta técnica, outras ferramentas de gestão como o gráfico de pareto, diagrama de Ishikawa e os 5 por quês, foram aplicados de forma estratégica na gestão da manutenção permitindo a identificação do problema na etapa final do processo, no equipamento de embalagem.

Por fim, com a mitigação do problema, a empresa melhorou o processo, aumentou a produtividade garantindo a eficiência no atendimento ao cliente, potencializando aumentando a competitividade, bem como, impactos positivos no aumento da vida útil do equipamento do setor produtivo.



REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Rodrigo. **Análise de Falha aplicada a redutores de velocidade com perda de lubrificante por Vazamento**. Monografia do Curso de MBA Gestão Estratégica em Manutenção, Produção e Negócios – Rede Pitágoras de Ensino / ICAP Instituto Superior de Tecnologia. São Paulo, 2011.

BARROS, Jorge Ferreira do Rego; LIMA, Gilson Brito Alves. A gestão da manutenção no plano estratégico dos empreendimentos industriais. **VII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO**. Ago. 2011.

FAVONI, Célio; GAMBI, Lillian do Nascimento; CARETA, Catarina Barbosa. Oportunidade de implementação de conceitos e ferramentas de produção enxuta visando melhorias da competitividade de empresas do APL calçadista de Jaú/SP. **Revista Produção On Line**, 13, no. 3, p. 1018-1142, jul./set. 2013.

FIALHO, Arivelto Bustamente. **Automação Pneumática: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos**. Editora Érica Ltda. 2ª Edição. São Paulo, 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2009.

GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira. **Engenharia de manutenção**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

KARDEK, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: função estratégica**. 3.Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

KOTLER, Philip. **Marketing para o Século XXI: como Criar, Conquistar e Dominar Mercados**. Rio de Janeiro: Atlas Books, 2021.

MENDONÇA, M. **Indicadores de Qualidade e Produtividade**. Salvador: DAMICOS, 2004.

MESQUITA, Bruno Ribeiro; PEREIRA, Cláudio Henrique Santos; FERNANDES, Daniele Fernanda Sabino; JUDICE, Gustavo Henrique. **Estudo da Manutenção Industrial com Base na Gestão de Processos**. Disp. em: <https://engeteles.com.br/tipos-de-manutencao>. Nov. 2021.

ORIBE, Claudemir. **PDCA: origem, conceitos e variantes dessa idéia de 70 anos**. Disponível em: <http://www.ubq.org.br/conteudos/Detalhes.aspx?IdConteudo=399>. Acesso em 28 de maio de 2013.

SCARTEZINI, Luís Maurício Bessa. **Análise e Melhoria de Processos**. Disponível em: <http://www.aprendersempre.org.br/arqs/GE%20B%20-%20An%20E1lise-e-Melhoria-de-Processos.pdf>. Acesso em 17 de junho de 2013. Goiânia, 2009.



SEVERIANO FILHO, Cosmo; LESSA, Lenita Villamarin Lopez. Critérios no delineamento de medidas de produtividade para avaliação do desempenho organizacional. In: **19 SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Nov. 2012.

SILVA, Adriano de Aquino Paiva. **Refrigeração industrial**. Mogi-Mirim, Tecnologia em Projetos Mecânicos, Faculdade de Tecnologia de Mogi-Mirim, 2009.

SOUZA, Strauss Sydio de; LIMA, Carlos Roberto Camello. **Manutenção Centrada em Confiabilidade como Ferramenta Estratégica**, XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto, 2003.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.