UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

ANÁLISE DAS PRINCIPAIS FALHAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: ESTUDO DE CASO REALIZADO EM UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMOTIVO

Aluno (a): Thayná Caroline Tréssino

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Girotto Rebelato

JABOTICABAL

2023

Thayná Caroline Tréssino

ANÁLISE DAS PRINCIPAIS FALHAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: ESTUDO DE CASO REALIZADO EM UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMOTIVO

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Departamento de Economia, Administração e Educação, na Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Administração

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Girotto Rebelato

JABOTICABAL

2023

T799a

Tréssino, Thayná Caroline

Análise das principais falhas de planejamento e controle da produção: : estudo de caso realizado em uma empresa do ramo automotivo. / Thayná Caroline Tréssino. -- Jaboticabal, 2023

52 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Administração) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Girotto Rebelato

1. Consumo. 2. Demanda. 3. MRP. 4. Planejamento de produção. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE JABOTICABAL

DEPARTAMENTO: Economia, Administração e Educação

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO : "ANÁLISE DAS PRINCIPAIS FALHAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: ESTUDO DE CASO REALIZADO EM UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMOTIVO"

ACADÊMICA: Thayná Caroline Tréssimo

CURSO: Administração

ORIENTADOR (ES): Prof. Dr. Marcelo Girotto Rebelato

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)	(Assinaturas)
Presidente	Prof. Dr. Marcelo Girotto Rebelato	
Membro	Prof. Dr. Adriano dos Reis Lucente	
Membro	Profa. Dra. Andréia Marize Rodrigues	

Jaboticabal 05 / 09 / 2023

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: / /

Ad Referendum 15/09/2023

Profa. Dra. Andréia Marize Rodrigues
Chefe do Departamento de Economia,
Administração e Educação

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, cuja presença em minha vida tem sido constante e fortalecedora ao longo desta jornada acadêmica. Sua orientação e força foram fundamentais para que eu encontrasse a motivação e perseverança necessárias para enfrentar os obstáculos e superar os desafios que surgiram ao longo do caminho. Que a sabedoria que adquiri durante este processo possa ser usada para contribuir positivamente para o mundo ao meu redor.

Agradeço aos meus pais, especialmente à minha mãe, que sempre esteve ao meu lado e cujo incentivo, apoio incondicional e amor inabalável têm sido a minha base. Você é minha maior inspiração e me mostrou o poder da persistência e da dedicação. Suas palavras de encorajamento são minha força em momentos de dúvida e cansaço. Cada conquista minha também é uma conquista sua.

Aos meus amigos e amigas, que compartilharam risos, desafios e superações ao longo dessa jornada. A amizade de vocês, o apoio, estímulo e companhia tornaram esta jornada não apenas acadêmica, mas também memorável e repleta de significado.

Por fim, mas não menos importante, expresso a minha gratidão aos meus queridos gatos, membros valiosos da minha família, em que durante todos os momentos de estudo e trabalho árduo estiveram lá, proporcionando conforto, alegria e companhia. Em especial, agradeço ao Tigrão, que nos deixou de forma tão repentina, mas que trouxe alegria e companheirismo à minha vida. Seu carinho e amor preenchem meu coração.

Cada um de vocês contribuíram de maneira única para o meu crescimento, sucesso e para a realização deste trabalho. Dedico este TCC a todos vocês, como forma de agradecimento pelo apoio, amor e incentivo inestimáveis que me proporcionaram.

RESUMO

A percepção de um mercado cada vez mais competitivo tem influenciado as empresas a desenvolverem processos mais eficientes, de maior qualidade e com menor custo. Nesse sentido, a gestão de estoques é parte essencial de uma empresa, tendo como papel fundamental o monitoramento e previsão da demanda de produtos exigidos por uma organização. A implantação da tecnologia ERP exerce a função de interligar todos os departamentos e suas informações para abastecimento da ferramenta MRP, que é a base para o planejamento e controle dos recursos disponíveis. Quando os controles são realizados de forma isolada, os volumes de venda não serão compatíveis com os produzidos, gerando falta ou acúmulo de produtos em estoque. Em vista disso, o objetivo deste trabalho é analisar as principais falhas de planejamento e controle da produção de uma linha industrial em uma empresa do ramo automotivo. Por se tratar de uma situação específica, delineada e contextualizada no tempo e no local, foi utilizado o método de estudo de caso e pesquisa de campo por meio de observações participantes. Com a finalidade de atingir os objetivos desejados, o estudo dos processos iniciou-se através do mapeamento no fluxograma, que possibilitou entender como as atividades ocorrem sequencialmente, os departamentos envolvidos e os pontos onde estão ocorrendo as falhas. A integração das ferramentas FTA e FMEA permitiram uma investigação dos sistemas para verificar a confiabilidade, melhorias e modificações e identificar potenciais causas das falhas. Tomando como base a análise de todo o sistema, constaram-se diversas interações que apontam para a falha de variação no consumo das matérias primas quando comparado ao volume que é projetado pela ferramenta MRP e, a fim de melhorar os processos da empresa, foi proposto um plano gerencial com sugestões de melhorias.

Palavras chaves: consumo, demanda, MRP, planejamento da produção.

ABSTRACT

The perception of an increasingly competitive market has influenced companies to develop more efficient, higher quality and lower cost processes. In this sense, inventory management is an essential part of a company, with a fundamental role in monitoring and forecasting the demand for products required by an organization. The implementation of ERP technology has the function of interconnecting all departments and their information to supply the MRP tool, which is the basis for planning and controlling available resources. When controls are carried out in isolation, sales volumes will not be compatible with those produced, generating shortages or accumulation of products in stock. In view of this, the objective of this work is to analyze the main flaws in planning and production control of an industrial line in an automotive company. Because it is a specific situation, outlined and contextualized in time and place, the method of case study and field research was used through participant observations. In order to achieve the desired objectives, the study of the processes began by mapping the flowchart, which made it possible to understand how the activities occur sequentially, the departments involved and the points where failures are occurring. The integration of the FTA and FMEA tools allowed an investigation of the systems to verify reliability, improvements and modifications and to identify potential causes of failures. Based on the analysis of the entire system, there were several interactions that point to the failure of variation in the consumption of raw materials when compared to the volume that is projected by the MRP tool and, in order to improve the company's processes, it was proposed a management plan with suggestions for improvements.

Keywords: consumption, demand, MRP, production planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Fluxo dos sistemas produtivos..... 19
Figura 2 - Fases do PCP..... 21
Figura 3 - Pontos que o MRP e MRP II abrangem..... 22
Figura 4 - Elementos e funções lógicas da FTA..... 28
Figura 5 - Principais peças produzidas na empresa do segmento de BSS..... 31
Figura 6 - Exemplo de aplicação automotiva das peças de BSS..... 32
Figura 7 - Fluxograma dos processos da organização..... 33
Figura 8 - FTA para o estudo de caso..... 37

QUADROS

Quadro 1 - Símbolos e seus significados no fluxograma..... 26
Quadro 2 - Símbolos da árvore de falhas (FTA)..... 27
Quadro 3 - Método FTA..... 27
Quadro 4 - Pontuação dos riscos dos modos de falha..... 29
Quadro 5 - FMEA para o estudo de caso..... 40

TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de estruturação do MPS/PMP..... 20
Tabela 2 - Cálculo base do MRP..... 25
Tabela 3 - Modelo de FMEA..... 29

LISTA DE SIGLAS

AVS	*Anti-Vibration System*
BOM	*Bill of Materials*
BSS	*Body Sealing System*
ERP	*Enterprise Resource Planning*
ET	Evento topo
FMEA	*Failure Mode and Effect Analysis*
FTA	*Fault Tree Analysis*
MPS	*Master Production Schedule*
MRP	*Material Requirements Planning*
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PMP	Planejamento Mestre de Produção
PSS	*Precision Sealing System*
RPM	*Risk Preference Number*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
1.1 Problemática 10
1.2 Relevância do trabalho 11
1.3 Objetivos 12
1.3.1 Objetivo Geral 12
1.3.2 Objetivos Específicos 12
1.4 Estrutura do trabalho 13
2 MÉTODOS DE TRABALHO 14
3 REFERENCIAL TEÓRICO 16
3.1 Projeção de vendas 16
3.2 Gestão de Estoques 17
3.3 Planejamento e Controle da Produção - PCP 18
3.3.1 Fases do PCP 18
3.4 *Material Requirements Planning* - MRP 22
3.4.1 Informações que estruturam o MRP 23
3.4.2 Cálculo do MRP 24
3.5 Fluxograma 25
3.6 Análise de falhas do processo 26
3.6.1 FTA 26
3.6.2 FMEA 28
3.6.3 Integração FTA e FMEA 30
4 RESULTADOS 31
4.1 Caracterização da empresa 31
4.2 Caracterização dos produtos 31
4.3 Fluxograma 32
4.3.1 Descrição das etapas do fluxograma 34
4.4 FTA 36
4.5 FMEA 39
5 SUGESTÕES GERENCIAIS 43
6 CONCLUSÃO 48
BIBLIOGRAFIA 50

1 INTRODUÇÃO

Na década de 1990, detinham a ideia de que para alcançar o sucesso esperado as empresas deveriam manter estoques elevados mas, atualmente, com a presença da globalização que proporciona equilíbrio econômico, os gestores dispõem de novas estratégias que lhes permitem flexibilidade contínua dos estoques (MORAES et al., 2018).

A percepção de um mercado cada vez mais competitivo tem influenciado as empresas a desenvolverem processos mais eficientes, de maior qualidade e com menor custo. Esse crescimento é impulsionado pelos avanços tecnológicos, com inovações em equipamentos cada vez mais modernos e sistemas automatizados, alterando o nível de operações e serviços prestados. Nesse sentido, a gestão de estoques é parte essencial de uma empresa, tendo como papel fundamental o monitoramento e previsão da demanda de produtos exigidos por uma organização, analisando o giro de materiais e garantindo que todo o processo funcione. Dessa forma, o controle de estoques é o processo de registro, conferência e gerenciamento das entradas e saídas de mercadorias e produtos de uma indústria (OLIVEIRA; SILVA, 2013).

Compreende-se, então, que o desempenho e desenvolvimento das atividades produtivas estão diretamente relacionados à disponibilidade de recursos que contribuem para o processo. Dada à crescente demanda atual dos consumidores por produtos e serviços com garantias de maior qualidade, a acessibilidade dos ativos e a integridade da execução funcional são fatores fundamentais no nível operacional.

Dessa forma, o planejamento e controle tem por objetivo gerenciar a produção e as operações da empresa para atender às necessidades do consumidor final. O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é uma função destinada a desenvolver um plano que direcione a produção e sirva de guia para o controle, estabelecendo o quê, quando, como, onde e quem irá produzir. Quando os planos não condizem com a realidade em que foram feitos, não podem ser executados e, se isso acontecer, é necessário um planejamento para que as divergências sejam corrigidas (VEGGIAN; SILVA, 2011). Além de gerar informações de qualidade entre clientes e fornecedores em menos tempo, a manutenção adequada da ferramenta pode reduzir os níveis de estoque e aumentar a produtividade, diminuindo o tempo de parada da linha de montagem.

1.1 Problemática

Pensando nisso, a indústria automotiva visa obter lucratividade e reduzir os custos através de linhas de produção flexíveis. Dentro de uma empresa, a implantação da tecnologia *Enterprise Resource Planning* (ERP) exerce a função de interligar todos os departamentos e

suas informações para abastecimento da ferramenta *Material Requirements Planning* (MRP), que é a base para o planejamento e controle dos recursos disponíveis. O controle deve comparar o que foi feito com o que deveria ser feito. Essa comparação levará a uma divergência ou concordância entre o plano e a realidade (SLACK et al., 2007).

Em uma filial de uma indústria multinacional, localizada na cidade de Monte Alto, interior do estado de São Paulo, especializada na fabricação de peças e artefatos de borracha para o setor automotivo, é possível observar que algumas matérias primas são utilizadas em quantidades que não coincidem com o projetado pelos sistemas integrados e suas ferramentas aplicadas à gestão de estoque, responsáveis por auxiliar nas necessidades de materiais dentro dos processos de fabricação.

Considerando que a ferramenta MRP utiliza as informações integradas e atualizadas manualmente pelos colaboradores dos departamentos no sistema ERP para cálculo das necessidades da previsão da demanda, a eficiência e eficácia do fornecimento, produção e atendimento ao cliente final são assegurados pelo cumprimento de todas as etapas e pela manutenção e gestão frequentes. Quando o sistema não é abastecido, a ferramenta MRP não gerará corretamente o cálculo de demanda e os departamentos de produção e suprimentos, como os estoques, serão afetados.

Nesse sentido, notou-se que, por exemplo, um produto acabado A, que compartilha as mesmas matérias-primas que o produto B, é fabricado em massa enquanto sua demanda em MRP não se altera, resultando em escassez de matéria-prima para produzir o produto B com maior demanda por parte dos clientes. Como consequência, em determinado momento as matérias primas poderão faltar e, se forem importadas ou de cidades distantes e a necessidade do produto acabado for imediata, existirá o risco de atraso ou parada de linha de produção.

Devido ao impacto dessa situação e às dificuldades e riscos que ela representa para uma organização, é necessário investigar as principais causas das mudanças na produção, visto que a alteração repentina e sem planejamento desestabiliza os estoques de matérias primas e de produtos acabados, gerando acúmulo ou escassez dos mesmos, além de custos extras. Então, como identificar o problema e analisar as causas das falhas que desencadeiam alterações na produção dessa empresa?

1.2 Relevância do trabalho

Para garantir bons resultados em qualquer ramo industrial, como redução de custos, melhoria da qualidade e aumento da produtividade, entender o funcionamento de tudo que compõem a empresa é um fator importante que deve ser estudado com atenção. Quando os

controles são realizados de forma isolada, os volumes de venda não serão compatíveis com os produzidos, gerando falta de materiais ou acúmulo de produtos acabados em estoque.

Através da identificação e análise das principais causas de alteração no planejamento e gestão das linhas industriais, é possível encontrar formas de corrigir e melhorar os processos para que não ocorram imprevistos na organização. Quando tudo está regularizado, o ritmo de produção será otimizado, pois não haverá paradas por falta de matéria-prima e nem atrasos por sobrecarga de trabalho, contribuindo para melhorar a eficiência logística e a satisfação do cliente, requisitos básicos para manter uma boa imagem no mercado e promover novos negócios.

Dessa forma, conhecer as capacidades de todos os departamentos ajudará a expandir as operações e fornecer confiabilidade ao setor de vendas para assinar novos contratos, identificar clientes potenciais ou aumentar a demanda. Por meio do planejamento de médio a longo prazo, o departamento financeiro também saberá quando ajustar o orçamento para não atrasar os pagamentos a fornecedores.

Em suma, o presente trabalho visa oferecer contribuições acadêmicas que são de relevantes para o avanço do conhecimento, desenvolvimento tecnológico, inovação e progresso da sociedade como um todo. Futuros pesquisadores e estudiosos do assunto terão acesso a uma análise aprofundada bem como a divulgação de dados e descobertas relevantes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é analisar as principais falhas de planejamento e controle da produção de uma linha industrial em uma empresa do ramo automotivo.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos para guiar a pesquisa são definidos em:

a) Estudar os processos por meio do mapeamento no fluxograma;

b) Identificar as principais causas das falhas no planejamento e controle da produção na empresa;

c) Analisar a situação-problema por meio das ferramentas da qualidade *Fault Tree Analysis* (FTA) e *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA);

d) Apresentar e propor melhorias no processo de gestão e manutenção das ferramentas de análise dos recursos disponíveis na empresa.

1.4 Estrutura do trabalho

Os capítulos seguintes são primordiais para a construção de um trabalho sólido e informativo, explorando com maior profundidade áreas importantes e necessárias para a compreensão e avanço da pesquisa. A próxima etapa visa apresentar os métodos de trabalho, detalhando os procedimentos que nortearam a coleta e análise dos dados da empresa. Os conhecimentos foram aprofundados no referencial teórico, abordando conceitos e teorias fundamentais relacionados ao tema em estudo.

Para iniciar o capítulo dos resultados, se fez necessário caracterizar a empresa, descrevendo-a e proporcionando uma visão geral do cenário em que se baseia o estudo. Os resultados obtidos através da coleta e análise de dados serviram de base para o desenvolvimento de um plano gerencial que contém ações e recomendações práticas, cujos principais objetivos são a melhoria dos processos e a otimização dos recursos disponíveis. E por fim, na conclusão, foram sintetizados os principais pontos, destacando a importância da pesquisa, suas limitações e possíveis impactos futuros.

2 MÉTODOS DE TRABALHO

Com a finalidade de atingir o objetivo desejado da presente pesquisa, se fez necessário o levantamento bibliográfico em artigos científicos, livros, revistas e outros, para obter uma boa fundamentação teórica sobre o tema. A pesquisa bibliográfica propõe percorrer vários autores e opiniões diferentes e, consequentemente, contribuirá para construção dos argumentos e para demonstração que caracteriza o assunto (NASCIMENTO, 2012).

O estudo foi realizado em uma filial de uma multinacional francesa do setor automotivo com sede em Monte Alto, interior de São Paulo, especializada em peças para vedação de ruídos, vibrações e transmissão de fluidos, onde foram analisados o consumo de aproximadamente 50 matérias-primas utilizadas pela empresa em seus processos produtivos. A escolha decorre do fato da pesquisadora estar inserida no ambiente organizacional, decisão esta que fornece acesso a dados internos, permitindo uma análise aprofundada dos processos e informações relacionadas à pesquisa.

Por se tratar de uma situação específica, delineada e contextualizada no tempo e no local, foi utilizado o método de estudo de caso e pesquisa de campo, que se ampara em investigações empíricas onde um fenômeno ocorre ou ocorreu, ou se possui elementos para explicá-lo, podendo incluir entrevistas, questionários, testes e observações participantes ou não participantes (MORESI, 2003).

As informações derivam de uma pesquisa aplicada, que de acordo com Thiollent et al. (2009), tem foco em problemas que existem nas atividades de instituições, organizações, grupos ou atores sociais e trabalha para diagnosticar e identificar soluções em detalhes. Por sua vez, os estudos de caso são um dos métodos sugeridos para a execução de projetos de pesquisa aplicada por ser uma estratégia que foca fenômenos contemporâneos inseridos em determinadas situações da vida real.

Considerando a elaboração do estudo de caso foram definidas as seguintes etapas metodológicas:

a) Etapa 1: mapear os processos;

Como ponto de partida se teve o mapeamento dos processos através do fluxograma, que é essencial para a organização operar de forma flexível, possuindo uma abordagem que se adapta à estrutura organizacional, adequando o melhor formato às necessidades do dia a dia. O mapeamento possibilita identificar falhas na cadeia e permite uma visão ampla dos processos utilizados pela organização, observando o começo, meio e fim das principais etapas, podendo contribuir também para reduzir significativamente os custos (GOMES, et al., 2015);

b) Etapa 2: identificar os problemas e as causas;

A fim de identificar o problema e as causas foi empregada a pesquisa participante, da qual busca o envolvimento do pesquisador na análise da própria realidade e se desenvolve a partir da interação com as situações investigadas. A técnica de coleta de dados envolve a análise de documentos e dados internos da empresa, bem como a observação, que envolve o registro de comportamentos, fatos e ações em relação a pessoas, objetos e eventos, sem exigir respostas dos participantes (MORESI, 2003).

Esse processo abrangeu um período extenso de um ano e seis meses, durante os quais a pesquisadora esteve inserida diariamente na empresa, o que permitiu uma observação contínua e detalhada dos processos, interações e eventos que constituem o foco da pesquisa. Esta proximidade oferece a oportunidade de melhor compreensão da organização, sua cultura, estrutura e operações, que seriam mais difíceis de adquirir em outro contexto.

Pela atribuição da explicação e significado do fenômeno, o estudo é classificado como qualitativo e dispensa o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é uma fonte direta de coleta de dados, e o pesquisador é uma ferramenta fundamental. Por ser descritiva, a análise dos dados tende a ser indutivamente, visto que o processo e seu significado são o foco principal do método (MORESI, 2003).

c) Etapa 3: analisar as causas da situação problema;

Essa etapa teve como base de análise as ferramentas de qualidade *Fault Tree Analysis* (FTA) e *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), permitindo uma investigação dos sistemas simples aos mais complexos para verificar a confiabilidade, melhorias e modificações, além de identificar potenciais causas de acidentes ou de falhas gerais (BAPTISTA, 2008).

d) Etapa 4: plano gerencial de correção das falhas;

Com o intuito de intervir nas falhas, foi proposto um plano gerencial que tem por objetivo ajudar a controlar, reduzir ou eliminar os impactos no cronograma da produção da empresa, através do desenvolvimento de processos, técnicas e práticas de gestão que proporcionem uma situação viável para atingir os objetivos do negócio (SILVA et al., 2018).

Para isso, o processo deve ser contínuo e sistemático, baseado na compreensão dos cenários, incluindo esforços para aplicar decisões e mensurar resultados, onde o sucesso depende de fatores como a capacidade interna da organização, a sinergia entre departamentos e o comprometimento dos colaboradores envolvidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresentará o referencial teórico, um resumo conciso dos conceitos, justificativas e discussões de outros autores sobre o assunto. Sua estrutura visa estabelecer um plano de suporte argumentativo, fornecendo uma base para comparar os resultados obtidos. Os principais temas discutidos incluem projeção de vendas, gestão de estoques, planejamento e controle da produção (PCP) e a estrutura e características da ferramenta MRP, todos inter-relacionados com o fluxograma apresentado na problemática do trabalho. Além disso, também será abordado sobre duas ferramentas de qualidade de processos, FMEA e FTA, usadas para coletar os dados de estudo necessários.

3.1 Projeção de vendas

Uma projeção de vendas é um cálculo aproximado das vendas que uma empresa alcançará em um determinado período para estimar as de um período futuro. Baseia-se na análise de fatores internos e externos, como histórico de vendas e tendências dos mercados em que a empresa atua. Como previsão, os resultados podem diferir das medições se forem usados dados e informações irreais, inconsistentes e de baixa qualidade, bem como análises de mercado incorretas (BALLOU, 2006).

As projeções de vendas podem ser baseadas no histórico do passado, no mercado e até mesmo nos recursos que a empresa dispõe. Na projeção histórica, modelo bastante eficaz, o foco está na análise dos resultados obtidos em anos anteriores, que possibilita compreender os impactos que as datas comemorativas geraram ao longo do ano, as oscilações na economia nacional e mundial, questões políticas, entre outros dados importantes para a elaboração do planejamento. A projeção com base no mercado é muito usada por empresas que estão ingressando, pois considera o tamanho do mercado de atuação e a probabilidade de compra do seu público. Por fim, se tem a projeção através dos recursos, empregada por indústrias e que determina quanto a empresa é capaz de produzir durante um certo período. Um dos maiores riscos desse modelo de projeção é a alteração na demanda, que pode gerar acúmulo ou falta de recursos (ZLIOBAITE et al., 2012).

A projeção de vendas pode ser realizada com o auxílio da ferramenta denominada *Budget*, uma das principais para gerir os orçamentos anuais empresariais, como metas financeiras para controle de custos ou acompanhamento das receitas, tendo o planejamento financeiro realizado de forma macro e em períodos de curto, médio e longo prazo. Para a elaboração do *Budget* se faz importante analisar cenários históricos, extraindo médias e variações do período anterior, vulnerabilidades e sazonalidades do mercado ou ramo em que a

empresa atua e, principalmente, cenários futuros e as dificuldades em alcançá-los (FREZATTI, 2005).

Junto ao *Budget* há o *Forecast*, que representa o orçamento ajustado, sendo o recurso que permite antecipar possíveis falhas de caixa ou efeitos da sazonalidade do mercado para realizar a correção no tempo correto. Com o auxílio dessa ferramenta, o planejamento anual é dividido em períodos, geralmente mensais, o que facilita o acompanhamento mais simples e rápido da projeção dos fluxos, permitindo adaptações, mas sempre com o objetivo de se chegar ao resultado final projetado (FREZATTI, 2005).

3.2 Gestão de Estoques

Os autores Slack, Chambers e Johnston (2007) definem estoque como sendo o acúmulo de recursos materiais de entrada no sistema de conversão. Na ausência de uma previsão precisa da demanda, o estoque pode ser definido como o acúmulo de material criado pela incerteza, portanto o estoque é uma reserva de material transformado ou produto acabado para uso na continuação do processo e quando apropriado.

Bertaglia (2009) defende a visão de que o estoque é um recurso para o setor produtivo e de atendimento ao cliente, ocioso e de valor econômico, que precisa ser projetado e mantido em um nível adequado, em equilíbrio com o consumo, a fim de proporcionar retorno ao investimento realizado. Nesse sentido, o estoque pode ser classificado de acordo com os critérios:

a) estoque de matérias-primas: são os lotes de materiais antes do processo de transformação;

b) estoque de produtos em processo: produtos em diversos estágios de produção e produtos acabados aguardando liberação de qualidade;

c) estoque de semi-acabados: são produtos que ficam armazenados e aguardam operações adicionais antes da finalização;

d) estoque de produtos acabados: produtos para os quais todas as operações de fabricação foram realizadas e concluídas, incluindo testes finais e aprovações de controle de qualidade;

e) estoque de distribuição: aqui os itens inspecionados e testados são transferidos para os centros de distribuição para atender às necessidades logísticas;

f) estoque em consignação: peças sobressalentes acabadas ou reparadas geralmente detidas pelo cliente, mas que permanecem propriedade do fornecedor até serem consumidas.

Em vista disso, o estoque pode se tornar uma das principais dificuldades dos gerentes de operações, dos gerentes financeiros que estão cientes dos custos de estoque potencialmente altos, dos gerentes comerciais que podem não atender à demanda e suas perdas e dos gerentes de fábrica que podem aumentar a ociosidade por falta de recursos.

3.3 Planejamento e Controle da Produção - PCP

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é uma ferramenta projetada para realizar uma verificação dos dados relacionados ao processo produtivo, a fim de solucionar eventuais falhas inerentes à produção. Seu uso tornou-se indispensável, fazendo a medição de todas as necessidades da cadeia produtiva para obter o produto ou matéria-prima no tempo e volume exatos (CORREA, 2009).

Com o início da Revolução Industrial, entre os séculos XVIII e XIX, surgiram novas possibilidades no setor produtivo, onde tudo era fabricado em massa e em fluxo contínuo, sem avaliar o mercado ou os potenciais clientes dos produtos. Ao longo do tempo a tecnologia se aperfeiçoou e novas surgiram, tornando o planejamento e o controle da produção cada vez mais importante para as organizações que buscam fazer o melhor uso de todos os recursos (CORREA, 2009).

Existem duas formas de utilizar o PCP que pode variar entre ser visto como um departamento específico, com todas as informações centralizadas em uma equipe de trabalho que irá gerenciar os sistemas de toda a organização, ou ser controlado por apenas um gestor que agrupa as informações e toma decisões. Desse modo, seja uma equipe ou um gestor, o propósito é sempre o de encontrar a melhor forma de produzir a melhoria contínua para tornar a empresa cada vez mais eficiente (CHIAVENATO, 2005).

Segundo Correa (2009), é mais viável para uma empresa reiniciar o processo de planejamento quando a situação não funciona mais conforme o esperado do que manter a situação de inatividade. Essa mudança de planejamento varia de acordo com a organização e produto, pois dentro de uma mesma empresa pode haver várias formas de avaliar o que está acontecendo no processo.

3.3.1 Fases do PCP

O PCP consiste em um conjunto de funções inter-relacionadas destinadas a controlar e coordenar o processo produtivo com o restante da organização. Com isso, se faz necessário comunicar ao departamento de produção o que deve ser feito diariamente para fabricar o produto final. Seus sistemas fornecem informações de várias áreas da cadeia produtiva

apoiando o gerenciamento eficiente do fluxo de materiais, uso de mão de obra e equipamentos, coordenação das atividades internas e integração da produção (TURBINO, 2008).

Para os autores Fusco e Sacomano (2007) a produção pode ser definida como um processo de entrada dos recursos, que são compostos por custos variáveis, sua transformação com o auxílio dos custos fixos e posterior saída em forma de bens ou serviços que gerarão as receitas para a empresa. A Figura 1, ilustra claramente esse fluxo:



Figura 1 - Fluxo dos sistemas produtivos.
Fonte: Fusco e Sacomano, 2007.

Nesse sentido, Resende e Sacomano (2007) enfatizam que as atividades do PCP devem ocorrer na seguinte ordem:

a) revisão de demanda: podem ser divididas em curto prazo, sendo as decisões relacionadas à programação da produção e controle de estoque; médio prazo, com horizontes de planejamento que variam de cerca de seis meses a dois anos e longo prazo, onde se tem um planejamento que abrange cerca de cinco anos ou mais e apoiando decisões estratégicas, como expansão de capacidade, mudanças na linha de produtos, desenvolvimento de novos produtos etc.;

A análise das condições de mercado e as previsões de demanda são os aspectos mais importantes do planejamento de longo prazo. Mesmo em indústrias de produção enxuta, onde a previsão formal da demanda não é feita, a alta administração pode avaliar o estado da economia e seu impacto nos futuros negócios da empresa. Depois de estudar a previsão de demanda, é necessário estabelecer um plano;

b) planejamento de recursos para o longo prazo: feito pela alta administração, com a finalidade de fazer previsão dos recursos necessários (equipamentos, mão de obra especializada, capital para investimentos em estoque), que geralmente não são passíveis de aquisição no curto prazo;

c) planejamento associado à produção: nessa etapa serão definidas as quantidades de máquinas, mão-de-obra, materiais, horas extras e tempo livre, mudanças nos níveis de estoque, aceitação de pedidos para atendimento futuro e utilização da

capacidade. Assim, tudo será estruturado de acordo com as necessidades e disponibilidades de recursos materiais e financeiros. A duração desse planejamento pode variar de 6 a 24 meses, dependendo da atividade industrial;

d) planejamento mestre da produção: a etapa mais importante durante o planejamento e controle da empresa é o *Master Production Schedule* (MPS) ou Planejamento Mestre de Produção (PMP), sendo a entrada principal para o planejamento das necessidades de materiais;

O papel do MPS/PMP é coordenar a demanda do mercado consumidor e os recursos da empresa para que os níveis de produção sejam adequados. O processo de planejamento de vendas e operações ajuda os gerentes de produção a tomar decisões sobre os níveis a serem produzidos. Quando gerenciado adequadamente, o MPS/PMP oferecerá suporte a gestão de estoque de produtos acabados, uso e gerenciamento da capacidade produtiva, além de maior comprometimento com os processos do cliente (CORRÊA, GIANESI E CAON, 2008).

Para facilitar a estruturação do MPS/PMP são utilizadas tabelas com dados detalhados sobre o período e projeto a serem planejados, incluindo informações como previsão de demanda, recebimentos de materiais programados, estoque, necessidades líquidas e por fim o plano mestre de produção, baseado nesses dados. Políticas de MPS/PMP, como estoque de segurança, também podem ser implementadas. A partir da definição do tipo de sistema produtivo correspondente à organização, também é possível definir o *lead time* de programação, ou seja, quanto tempo levará para ser concluída (TUBINO, 2008).

Conforme exemplificado na Tabela 1, os pedidos são combinados com as projeções de vendas para formar a "Demanda". O "Disponível" mostra o estoque após cada ciclo, o "PMP" representa o número de itens para suprir a demanda e o "Em mãos" representa o estoque da semana zero.

Tabela 1. Exemplo de estruturação do MPS/PMP.

SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demanda		10	10	10	10	15	15	15	20	20
Disponível		20	10	0	0	0	0	0	0	0
PMP		0	0	10	10	15	15	15	20	20
Em mãos	30									

Fonte: Slack, Chambers e Johnston, 2007.

e) planejamento de materiais: responsável por organizar as informações como as necessidades de matérias primas para executar o plano de produção. Com base nos requisitos da lista de materiais, do MPS/PMP e nas informações do controle de

estoque, determina-se quando e quanto produzir e quais materiais precisam ser comprados;

f) planejamento e controle da capacidade produtiva: é a atividade do processo produtivo, onde a partir das informações coletadas determina-se a duração do produto ou serviço no mercado, previsão de vendas, estoque de matérias-primas e produtos acabados. Essa etapa tem como objetivo prever se um chão de fábrica será capaz de executar um plano de produção específico para atender a demanda dos clientes;

g) programação e sequenciamento produtivo: durante esta fase, são determinados os prazos para que as atividades sejam concluídas. Ao possuir informações como: disponibilidade de equipamentos, matérias-primas, trabalhadores, processos produtivos, tempos de processamento, prazos e prioridades dos pedidos a serem executados; as ordens produtivas são compartilhadas com a produção, dando início a execução do MPS/PMP. Dessa forma, os objetivos dessa etapa são melhorar a utilização dos recursos disponíveis, reduzir o volume dos estoques e os atrasos na conclusão do trabalho;

h) controle da produção e dos materiais: o controle de produção verifica se o que foi planejado está sendo executado de acordo com etapas que medem quantidade, qualidade, tempo e custo. Com isso, pode-se estabelecer um cronograma para monitorar todo o processo, bem como controlar os volumes das matérias-primas e produtos acabados, analisando se são suficientes ou se excedem a demanda.

A Figura 2, simplifica todas as fases do PCP explicadas e demonstra como cada uma é importante para garantir um funcionamento adequado, visto que se alguma fase deixar de ser realizada, gerará uma ruptura no ciclo de informações, desestruturando o todo:

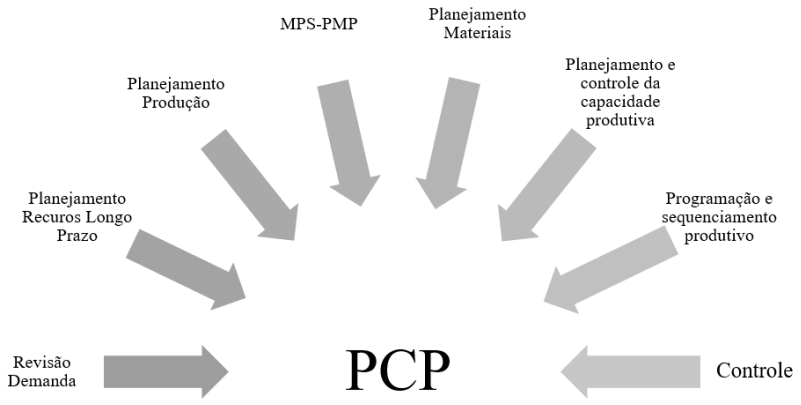


Figura 2 - Fases do PCP.

Fonte: Elaboração própria a partir dos conceitos apresentados.

Após entender sobre os estoques, a importância de sua gestão e o funcionamento das etapas que englobam o PCP, é necessário desenvolver um sistema de planejamento e controle da produção que deve estar alinhado com a estratégia da empresa, buscando um sistema de interação para atingir metas.

3.4 *Material Requirements Planning* - MRP

O *Material Requirements Planning* ou Planejamento das Necessidades de Material (MRP), foi criado por Orlicky em 1975 como um sistema de planejamento e controle de materiais, que evoluiu para *Manufacturing Resource Planning* (MRP II), onde, atualmente, muitos autores referem-se a ele como *Enterprise Resource Planning* (ERP). O MRP II é um sistema informatizado que pode se concentrar no planejamento da demanda, ou seja, nas necessidades de materiais e recursos de fabricação para abastecimento do cliente (SILVA et al., 2014).

Para processar o MRP é necessário que haja um plano mestre de produção, a lista de materiais obrigatórios e relatórios de controle de estoque, de forma a orientar sobre quais são os componentes, suas respectivas quantidades e prazos para atendimento da demanda. Para auxiliar nas informações necessárias para a elaboração do MRP, utiliza-se a ficha técnica com os detalhes de todos os períodos e itens a serem planejados, incluindo as seguintes informações: demanda total, recebimentos planejados, estoque projetado, pedidos planejados para recebimentos e liberações para períodos futuros de material (TUBINO, 2008).

Em resumo, na Figura 3, pode-se entender que o MRP permite saber o que, quanto e quando foi produzido e comprado a partir da decisão de fabricar o produto final. Além de analisar esses pontos, o MRP II também foca em como produzir e comprar os recursos de produção, sendo o principal sistema de apoio a essas decisões dentro da organização.



Figura 3 - Pontos que o MRP e MRP II abrangem.

Fonte: Corrêa, Gianesi e Caon, 2011.

3.4.1 Informações que estruturam o MRP

Para os autores Corrêa, Gianesi e Caon (2011), existem algumas informações que são essenciais para a estruturação do sistema de MRP, sendo elas descritas abaixo:

a) estrutura do produto acabado: primeiramente é preciso criar uma lista de materiais (*Bill of Materials - BOM*) para cada produto acabado produzido. É através dessa explosão da estrutura do produto que são determinados todos os materiais necessários para produzi-lo, as quantidades necessárias e as dependências entre eles;

b) lotes: para um planejamento eficiente e consequente redução dos custos com estoque, é necessário saber o lote econômico de cada produto, ou seja, quanto tempo de máquina é necessário para produzir um determinado produto, ou qual o máximo que pode ser produzido dentro da capacidade de armazenamento;

c) estoque de segurança: é importante que a empresa tenha esse tipo de estoque, mas ele não deve ser usado, exceto em casos em que ocorrer uma variação na demanda que não estava prevista. Para o autor Coelho (2011) a fórmula do cálculo de estoque de segurança pode ser expressa pela equação:

$$ES = z\sqrt{\sigma_d^2\ t + \sigma_t^2\ d^2}$$

Onde:

z = nível de serviço esperado;

σ_d = desvio padrão da demanda;

σ_t = desvio padrão *lead time*;

t = *lead time*;

d = demanda média.

d) *lead times* para produção e compras: *lead time* é o tempo entre o momento em que um material é solicitado para compra até ele ser disponibilizado para produção. Para isso, é preciso considerar:

- tempo de emissão, transmissão e de alimentação da Ordem de Fabricação;
- tempo de transporte e de processamento dos materiais necessários;
- tempo de *setup* da máquina;
- tempo de produção do produto acabado;
- tempo de inspeção por parte da qualidade;

- tempo de processamento do recebimento.

Para definir o lead time de reabastecimento, é necessário considerar:

- tempo de emissão do pedido de compra de novos lotes de materiais;
- tempo de entrega por parte do fornecedor;
- tempo de inspeção no recebimento da empresa.

e) inventário: para calcular as necessidades corretamente, é necessário saber exatamente o saldo do estoque de cada material, e para isso é recomendável fazer um inventário antes de implementar esse processo.

3.4.2 Cálculo do MRP

Após analisar as informações que compõem toda a estrutura do MRP, se faz importante compreender o funcionamento dos cálculos usados para interpretar as necessidades da demanda. Os autores Corrêa, Gianesi e Caon (2011) destacam a relevância em definir o MPS/PMP e as listas de materiais, para que os cálculos efetuados sejam utilizados com êxito por toda a organização. Abaixo, tem-se a explicação detalhada sobre cada etapa:

a) estabelecer o MPS/PMP: o planejamento mestre de produção pode ser executado com base em pedidos de vendas liberados, programações de entrega recebidas de clientes ou previsões de vendas;

b) lista de materiais (BOM): à medida que os requisitos são estabelecidos, todas as estruturas do produto acabado são explodidas, possibilitando entender o plano de produção da demanda para a fabricação ou compra de matérias-primas, produtos semi-acabados e componentes que compõem cada estrutura de produto no MPS/PMP. Cabe então ao MRP identificar itens relacionados, ou seja, subitens na estrutura, o que permite o cálculo preciso da quantidade necessária de cada material e otimiza a compra ou produção de produtos agrupando itens semelhantes para vários produtos acabados;

c) cálculo das necessidades: após entender o lead time e a estrutura que compõem os produtos acabados, é preciso saber a necessidade de cada material que será utilizado no processo produtivo. Nesse sentido, o resultado da quantidade total determinada na explosão estrutural, os itens descontados em estoque, pedidos de compra pendentes e de fabricação em andamento, integrarão a demanda real ou líquida.

A Tabela 2 é um exemplo básico de como funciona o cálculo do MRP. As “necessidades brutas” são calculadas de acordo com a demanda do cliente e por “períodos”, que podem ser em dias, semanas ou meses. A partir disso, deve-se observar se o volume do “estoque projetado”, ou seja, as “necessidades brutas” subtraídas do estoque atual e somadas aos “recebimentos programados” dos pedidos de compras, são suficientes.

Logo, considerando o lote mínimo e o *lead time*, o sistema indicará o período correto para a entrega dos novos lotes, orientando o responsável pelas compras futuras a programar o “recebimento das ordens planejadas” e o PCP a otimizarem as linhas de produção e os estoques de modo coerente.

Tabela 2. Cálculo base do MRP.

Miolo	Períodos	1	2	3	4	5	6	7	8
interno	Necessidades brutas	100		0	230	400		380	600
Lote = 100	Recebimentos programados		100						
(mínimo)	Estoque projetado	380	280	380	380	150	0		
LT = 3	Recebimento de ordens planejadas					250		380	600
ES = 0	Liberação de ordens planejadas		250		380	600			

Fonte: Corrêa, Gianesi e Caon, 2008.

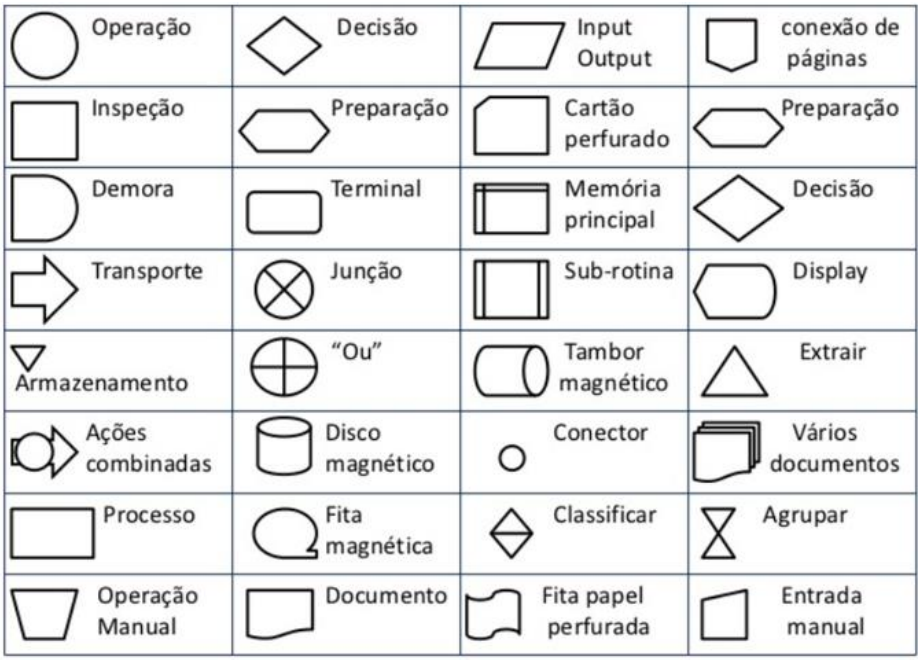
3.5 Fluxograma

Um fluxograma de processos é uma representação visual que mostra a sequência das atividades do processo da empresa, sendo composto por símbolos e setas que indicam a ordem das etapas e as decisões tomadas ao longo do caminho (MEDEIROS, 2018).

Ainda de acordo com Medeiros (2018), essa ferramenta é amplamente utilizada em diversos setores da indústria e dos negócios para mapear e analisar processos, identificar gargalos e oportunidades de melhoria. Com um fluxograma de processos, é possível ter uma visão clara e detalhada de como as tarefas são executadas, facilitando a comunicação e o entendimento entre os membros da equipe. Além disso, seu uso também auxilia na padronização das atividades, garantindo consistência e eficiência, tornando-se uma ferramenta valiosa para melhorar a produtividade e a qualidade.

O quadro 1 representa os símbolos mais utilizados para a elaboração de um fluxograma:

Quadro 1. Símbolos e seus significados no fluxograma.



Fonte: Nascimento, 2020.

3.6 Análise de falhas do processo

Para aumentar a probabilidade de os itens funcionarem sem falhas, as empresas buscam constantemente novas maneiras de melhorar a qualidade e a satisfação do cliente, difundindo assim métodos e técnicas que visando aumentar a confiabilidade. Dentre essas técnicas destacam- se o FTA, conhecido como análise de árvore de falhas, que visa melhorar a confiabilidade do produto por meio da análise sistemática de possíveis falhas e suas consequências, e o FMEA, amplamente utilizado na indústria devido às exigências de normas de qualidade como ISO 9000 (HIDALGO, 2015).

3.6.1 FTA

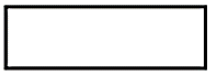
O FTA é uma técnica utilizada para identificar e analisar as possíveis causas de falhas em um sistema, sendo possível mapear os eventos que podem levar a uma falha e visualizar as conexões entre eles. A análise de árvore de falhas é uma ferramenta valiosa para a engenharia de confiabilidade, pois permite identificar os principais pontos de vulnerabilidade de um sistema e tomar medidas preventivas para evitá-los (CARVALHO, 2020).

O FTA fornece uma representação visual de como as falhas nos níveis primário e intermediário levam a eventos subsequentes com ramificações e portas que demonstram as relações de causa e efeito entre eles. É um processo lógico e dedutivo que começa com um

evento indesejado e procura todas as combinações possíveis de causas básicas que levam a ele (CARVALHO, 2020).

Durante a preparação, símbolos específicos são usados para indicar certos eventos de falha, sendo os mais comuns retângulos e círculos, que indicam falhas de componentes básicos ou elementares (CARVALHO, 2020), como mostrado no quadro 2.

Quadro 2. Símbolos da árvore de falhas (FTA).

Evento primário	Símbolo	Descrição
Evento básico		Evento básico que inicia a falha
Evento intermediário		Falha que ocorre devido a um ou mais antecedentes
E		A falha a cima ocorre caso todos os eventos aqui ocorram
OU		A falha ocorre se um ou outro acontece

Fonte: Carlson, 2012.

Segundo Silva (2015) para criar uma árvore de falhas deve-se primeiramente analisar todas as causas e efeitos existentes dentro de um processo ou produto. Esse processo é determinístico, o que significa que todos os resultados podem ser previstos. Depois disso, vem a criação de metodologias mais específicas, conforme quadro 3:

Quadro 3. Método FTA.

Etapas	Descrição das etapas
1. Definir a equipe responsável	a equipe deve ser multifuncional
2. Selecionar o "evento de topo"	onde o evento de topo é a falha do sistema que é motivo de estudo
3. Coletar dados	coletar as informações que serão analisadas
4. Definir quais são as interfaces ou fronteiras do sistema	definir os eventos ou situações básicas cuja análise não se considera necessária aprofundar
5. Analisar detalhadamente o sistema	aprofundar a análise detalhada do sistema, buscando compreender suas características e suas inter-relações
6. Montar preliminarmente a árvore de falhas	elaboração de um esboço da árvore de falhas
7. Revisar a árvore de falhas	revisão e elaboração definitiva da árvore de falhas
8. Calcular a probabilidade do evento de topo	o cálculo é feito com o uso de axiomas matemáticos específicos para relações lógicas
9. Analisar as recomendações	elaborar um plano de ação e analisar se ele está visando ao bloqueio das causas básicas
10. Refletir sobre o processo	verificar se ainda é necessário elaborar outros planos de ação

Fonte: Silva, 2015.

A Figura 4 ilustra essa ferramenta de análise, onde, o evento indesejável será o evento do topo (ET), a partir do qual foi desenvolvida a árvore na direção vertical.

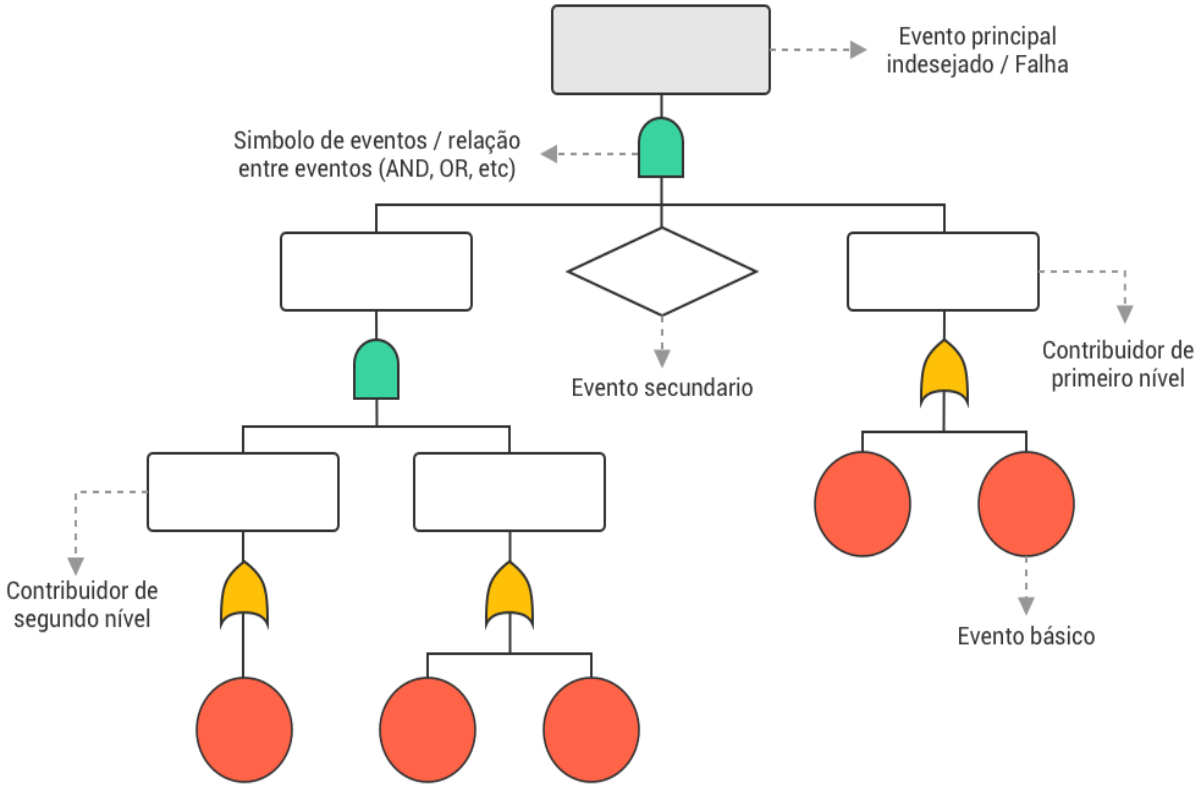


Figura 4 - Elementos e funções lógicas da FTA.
Fonte: Carvalho, 2020.

O ET é definido com base na condição que constitui a ruptura do sistema, em condições externas e nas condições e procedimentos de operação. Além do ET, existem os eventos primários que não sofreram qualquer desenvolvimento na análise, ou seja, são independentes dos outros eventos.

3.6.2 FMEA

O *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) ou Análise de Modos de Falha e seus Efeitos é uma ferramenta utilizada para reduzir as chances de falha de um produto ou processo. Isso porque ela busca prevenir possíveis falhas antes que elas aconteçam, identificando problemas com o projeto (GOMES, 2011).

Ele considera as fases iniciais de planejamento e execução de um processo, bem como a possibilidade de falhas que podem ocorrer dentro de uma determinada especificação de projeto (LIMA et al., 2006).

Segundo Lima et al. (2006), essa ferramenta normalmente é aplicada seguindo as etapas a seguir:

a) Identificar as causas de possíveis falhas em determinada operação e seus possíveis impactos, categorizando suas consequências como problemas de sistema, processo ou funcionais;
b) Analisar os riscos de todos os modos de falha de acordo com a severidade, probabilidade de sua ocorrência e de detecção da falha, enumerando as respostas em uma escala de 1 a 10, conforme exemplificado no quadro 4:

Quadro 4. Pontuação dos riscos dos modos de falha.

Pontos	Severidade	Ocorrência	Detecção
1	**Mínima:** cliente mal percebe a falha	**Remota:** dificilmente ocorre à causa que leva à falha	**Muito grande:** certamente será detectada
2, 3	**Pequena:** ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente	**Pequena:** causa da falha ocorre em pequena escala	**Grande:** a probabilidade de ser detectada é elevada
4, 5, 6	**Moderada:** deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente	**Moderada:** por vezes ocorre a causa que leva a falha	**Moderada:** provavelmente será detectada
7, 8	**Alta:** sistema deixa de funcionar e há grande descontentamento do cliente	**Alta:** causa da falha ocorre com certa frequência	**Pequena:** provavelmente não será detectada
9, 10	**Muito alta:** identica à anterior mas afeta também a segurança	**Muito alta:** causa da falha ocorre em vários momentos	**Muito pequena:** certamente não será detectada

Fonte: Gomes, 2011.

c) Estabelecer a prioridade de risco (RPN) por meio da multiplicação dos números obtidos anteriormente onde o maior número representa a falha mais severa, indicando que ações devem ser tomadas o mais rápido possível para evitar maiores problemas;
d) Propor ações corretivas para as falhas e indicar os responsáveis pela sua execução, mantendo um monitoramento contínuo até que o problema seja resolvido.

A tabela 3 ilustra como deve ser elaborada a planilha do FMEA:

Tabela 3. Modelo de FMEA.

Função	Modo de falha	Efeito	Severidade	Causa da falha	Ocorrência	Controle	Detecção	RPN	Ações recomendadas	Responsabilidade/ Status

Fonte: Sestrem, 2022.

3.6.3 Integração FTA e FMEA

Ao comparar essas duas ferramentas, é possível notar que a principal diferença entre elas é que o FMEA é um método de análise indutivo para tentar descobrir os efeitos de falhas, enquanto o FTA, método dedutivo, analisa as falhas e tenta descobrir o que as causa (BERTSCHE, 2008).

Dessa forma, as ferramentas FTA e FMEA são usadas em conjunto quando se deseja conhecer as diferentes relações entre falhas, suas causas e seus efeitos. Para Scapin (2013), a relação entre eles é bilateral e complementar, um fornecendo informações ao outro. O FTA deriva a causa raiz das falhas, enquanto o FMEA analisa as falhas primárias e as falhas de comando para obter a taxa de melhoria entre os dois.

Muitos estudos utilizam dessa integração para mapear falhas na indústria automotiva e de manufatura, a fim de encontrar possíveis causas raiz e seus efeitos nos processos. A partir disso percebe-se que o FTA otimiza o FMEA atribuindo resultados mais precisos ao RPN e ainda fornece mais embasamento para análise de falhas, mostrando com mais clareza como as ações de melhoria devem ser priorizadas (LIMA, et al., 2006).

Como exemplo dessa integração realizada por Lima et al. (2006), tem-se um cenário da indústria automotiva, em que uma montadora de automóveis enfrenta um problema recorrente de qualidade em relação ao sistema de freios de um de seus modelos de carros. Os freios estão apresentando falhas prematuras e inesperadas, o que levou a reclamações de clientes, desencadeando uma preocupação por parte da empresa com os riscos de segurança associados a essas falhas.

O evento topo (ET) é a falha total do sistema de freios durante a condução. No FTA, as causas possíveis para a falha serão exploradas, podendo incluir fatores como perda de pressão hidráulica, pastilhas desgastadas, sistemas de controle defeituosos etc. A partir do ET (falha total dos freios), uma árvore de falhas é construída, demonstrando como as causas se interconectam e contribuem para o evento indesejado.

Ainda de acordo com Lima et al. (2006), com o auxílio do FMEA, é possível identificar os possíveis modos de falha associados ao sistema de freios, como perda de pressão, desgaste prematuro das pastilhas, falha do sistema hidráulico etc. A partir disso, cada modo de falha é avaliado quanto à severidade do impacto, probabilidade de ocorrência e capacidade de detecção e com base nos índices de risco (RPN), as causas raiz mais críticas serão identificadas e combatidas.

4 RESULTADOS

O presente capítulo tem como finalidade descrever o processo em estudo e adicionalmente, serão expostos os resultados obtidos nas três etapas iniciais da metodologia utilizada, que englobam a elaboração de um fluxograma para mapeamento dos processos, a identificação do problema em questão e a análise das causas por meio de duas ferramentas de qualidade.

4.1 Caracterização da empresa

A empresa escolhida para o trabalho é uma multinacional especializada na fabricação de peças e artefatos de borracha. Fundada na França há mais de 160 anos, iniciou suas atividades com a fabricação que variava desde sapatos a pneus para bicicletas e automóveis, dando início a uma longa parceria com o setor automotivo que rapidamente se expandiu pelo mundo. A empresa é líder em sistemas de antivibração, gerenciamento de fluidos e soluções de vedação e conta com mais de 44.000 funcionários localizados em 25 países.

No Brasil a empresa possui três unidades localizadas nas cidades de Monte Alto/SP, uma em Casa Branca/SP e uma em Extrema/MG. Em Monte Alto, local onde foi realizada a pesquise, as atividades são voltadas para o ramo de Sistema de Selagem de Precisão (*Precision Sealing System* - PSS), Sistema de Vedação Corporal (*Body Sealing System* - BSS), Sistema de Antivibração (Anti-Vibration System - AVS) e aeroespacial.

4.2 Caracterização dos produtos

Os produtos fabricados em uma das filiais de Monte Alto, do ramo de BSS, são utilizados para a vedação e redução de ruídos externos que, além de dar acabamento ao veículo, também auxiliam no posicionamento correto dos vidros no momento de abertura e fechamento, conforme exemplificado nas Figuras 5 e 6 a seguir.

Canaleta/Pestana **Guarnição de Portas** **Pestana Externa**

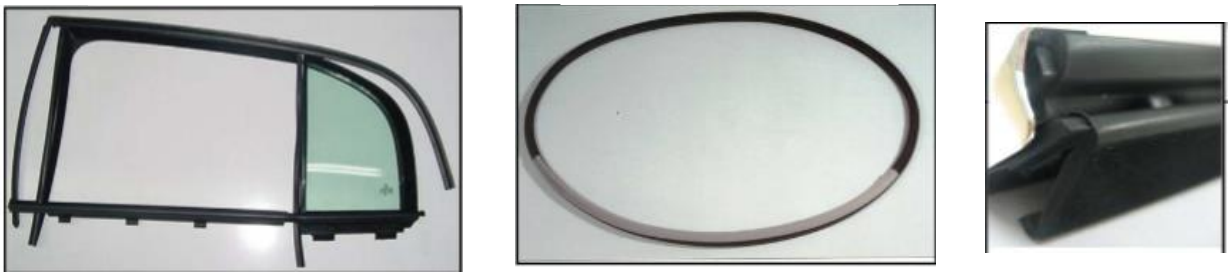


Figura 5 - Principais peças produzidas na empresa do segmento de BSS.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados internos.



Figura 6 - Exemplo de aplicação automotiva das peças de BSS.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados internos.

Para a realização da pesquisa, foi essencial analisar minuciosamente um conjunto abrangente de aproximadamente 50 matérias-primas que são utilizadas pela empresa em seus processos produtivos. Essa análise detalhada desempenhou um papel fundamental na compreensão das práticas de abastecimento, qualidade, logística e impactos ambientais da organização.

4.3 Fluxograma

Com a finalidade de iniciar o estudo de caso, foi necessário mapear os processos da organização através de um fluxograma, possibilitando ampla visão dos processos utilizados, observando o começo, meio e fim das principais etapas.

A Figura 7, ilustrada a seguir, foi criada para demonstrar o funcionamento dos processos da empresa e como as informações de todos os multiníveis são essenciais para abastecimento do MRP, garantindo o bom desempenho do fluxo.

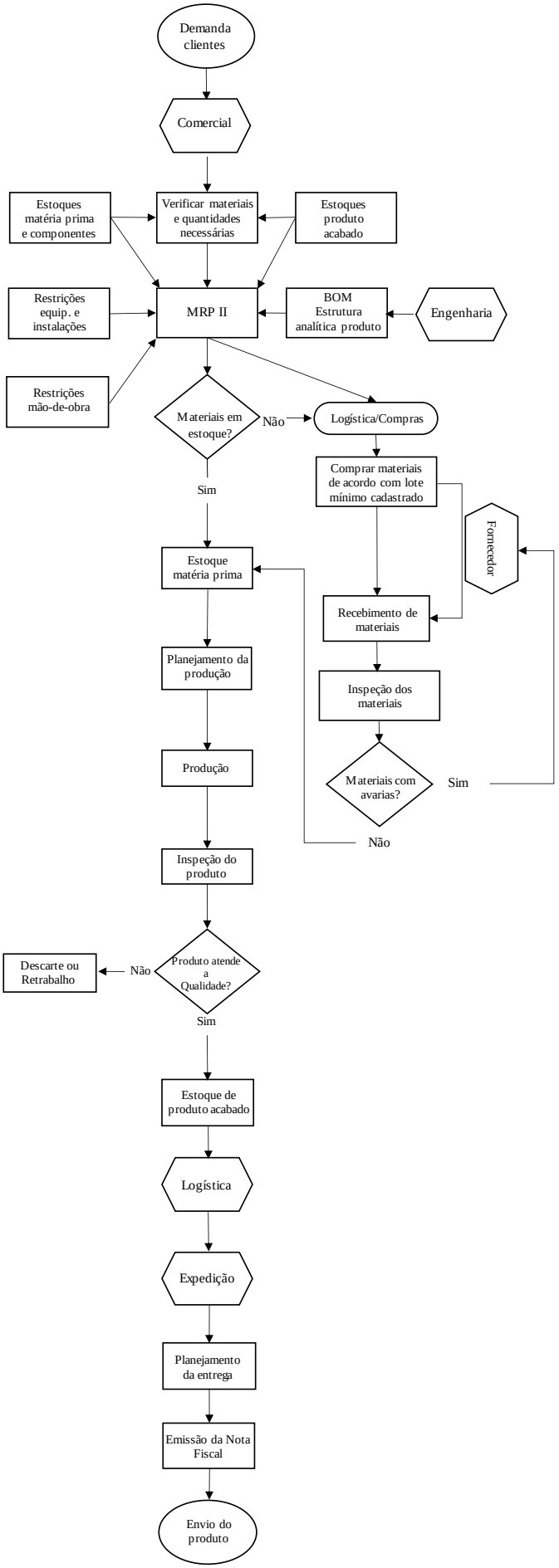


Figura 7 - Fluxograma dos processos da organização.

Fonte: Elaboração própria.

4.3.1 Descrição das etapas do fluxograma

Cada etapa do fluxograma pode ser descrita conforme a seguir:

a) **Demanda clientes:** etapa inicial onde os clientes enviam as informações sobre a demanda do período (geralmente uma projeção de 4 meses);
b) **Comercial/Vendas:** departamentos responsáveis por reportar no sistema ERP a demanda dos clientes;

A partir disso, tem início o processo do cálculo das necessidades de produção pela ferramenta MRP II, que é responsável pela leitura de todos os parâmetros do sistema no quesito capacidade e otimização. Dessa forma, as informações a seguir serão organizadas pelo sistema e alinhadas as outras áreas:

c) **Estoque de produto acabado:** local de armazenamento das peças com produção finalizada;
d) **Estoque de matéria prima e componentes:** local de armazenamento de todas as matérias primas e materiais necessários para a produção do produto acabado;
e) **Restrições equipamento e instalações:** representa a capacidade produtiva dos equipamentos e máquinas por período;
f) **Restrições mão de obra:** representa capacidade de funcionários para produzir a demanda do período;
g) **Estrutura do produto:** cadastro realizado pelo departamento de Engenharia onde constam as informações sobre as quantidades necessárias de cada matéria prima para a fabricação dos itens;

Para projetar um consumo correto e coerente com a real necessidade de abastecimento do período, é necessário que as informações anteriores estejam corretas. Com isso, o MRP gerará necessidade de compra e fará uma análise considerando dois cenários:

4.3.1.1 Cenário 1: Não há materiais em estoque.

O primeiro cenário representa que a empresa não possui recursos suficientes para abastecimento da produção durante os períodos calculados e, portanto, precisarão ser adquiridos conforme as etapas a seguir:

h) **Compras:** departamento responsável por homologar o fornecedor de acordo com as especificações do cliente e cadastrar o lead time (tempo de espera), os lotes mínimo e múltiplo dos materiais;

i) **Logística:** departamento responsável por programar o abastecimento dos estoques de matéria prima e componentes junto aos fornecedores (nacional e importado) de acordo com as informações cadastradas pelo setor de Compras;
j) **Recebimento de materiais:** nessa etapa, os colaboradores encarregados de receber os pedidos devem registrar com precisão todas as informações, a fim de garantir que os registros de estoque no sistema coincidam com a realidade física. Em situações de problemas de qualidade ou danos, devem notificar imediatamente o responsável para que a situação seja prontamente resolvida;
k) **Inspeção dos materiais:** procedimento realizado pela Qualidade a fim de verificar se o lote do material não possui avaria e se está de acordo com as normas para uso na produção;

Material com avaria?

NÃO: serão armazenados no estoque de matéria prima para posterior uso na produção e estarão sob controle de liberação do almoxarife.

SIM: deverão ser segregados para posterior resolução com o fornecedor e o setor da Qualidade.

4.3.1.2 Cenário 2: Há materiais em estoque.

O segundo cenário retrata a situação da qual a empresa possui recursos suficientes para abastecimento da produção durante os períodos;

l) **Planejamento da produção:** etapa de preparação das linhas de produção, considerando quais materiais devem ser utilizados e quanto;
m) **Produção:** processo de transformação das matérias-primas por meio de corte, moldagem e montagem. Para garantir a eficiência e qualidade ao longo desse processo, é essencial que as empresas adotem metodologias e ferramentas adequadas, como a gestão da cadeia de suprimentos, a automação de processos e o controle de qualidade;
n) **Inspeção do produto:** após fabricados, os produtos deverão ser inspecionados por um profissional do departamento de Qualidade;

Produto atende a Qualidade?

NÃO: se o produto não atender as especificações, deverá ser rejeitado para posterior descarte ou retrabalho e se necessário, deve-se refazer a produção;

o) **Descarte ou Retrabalho:** nessa etapa, o material rejeitado pela Qualidade será retrabalhado para outros usos ou descartado por completo.

SIM: se o produto atender as especificações seguirá para armazenamento no estoque de produto acabado;

p) **Logística:** departamento responsável por requisitar no sistema os pedidos dos clientes a Expedição;

q) **Expedição:** área que serve como espaço para armazenamento do estoque de produto acabado e onde ocorrerá o planejamento da entrega dos pedidos dos clientes. Nessa etapa, as embalagens com os itens serão separadas de acordo com a requisição da Logística e enviadas junto a uma transportadora;

r) **Emissão da Nota Fiscal:** após a separação do pedido a Expedição também ficará responsável por emitir a Nota Fiscal;

s) **Envio do produto:** etapa final do processo em que o pedido carregado seguirá para entrega ao cliente.

Em resumo, o processo produtivo da fábrica requer um planejamento cuidadoso, aquisição de matérias-primas de qualidade, controle de qualidade durante a produção e uma logística eficiente para garantir a satisfação dos clientes e o sucesso do negócio. A eficiência e a qualidade desse processo são fundamentais para o sucesso da empresa, pois influenciam diretamente a satisfação dos clientes e a lucratividade do negócio.

A partir do mapeamento inicial dos processos e com o auxílio das ferramentas FTA (Análise de Árvore de Falhas) e FMEA (Análise de Modo e Efeito de Falhas), é possível identificar os pontos críticos que estão gerando uma série de obstáculos, resultando em falhas recorrentes que afetam diretamente os resultados esperados pelo MRP (Planejamento de Necessidades de Materiais).

4.4 FTA

Por meio da pesquisa participante, que visa aprofundar o envolvimento do pesquisador com a realidade estudada, e da técnica de observação para a coleta dos dados, tendo o ambiente natural como fonte direta de informações, possibilitando registrar fatos e ações relacionadas a empresa, foi possível identificar através da ferramenta FTA, os principais problemas que estão ocorrendo dentro da organização estudada.

A Figura 8, apresentada a seguir, demonstra que os pontos destacados no FTA apontam para um elemento comum, tanto interna quanto externamente, as ações humanas. São notáveis os casos de negligência e descuido em procedimentos, falhas de controles internos e atrasos no envio de informações sobre mudanças nas necessidades dos clientes, resultando em sucessivas falhas intermediárias.

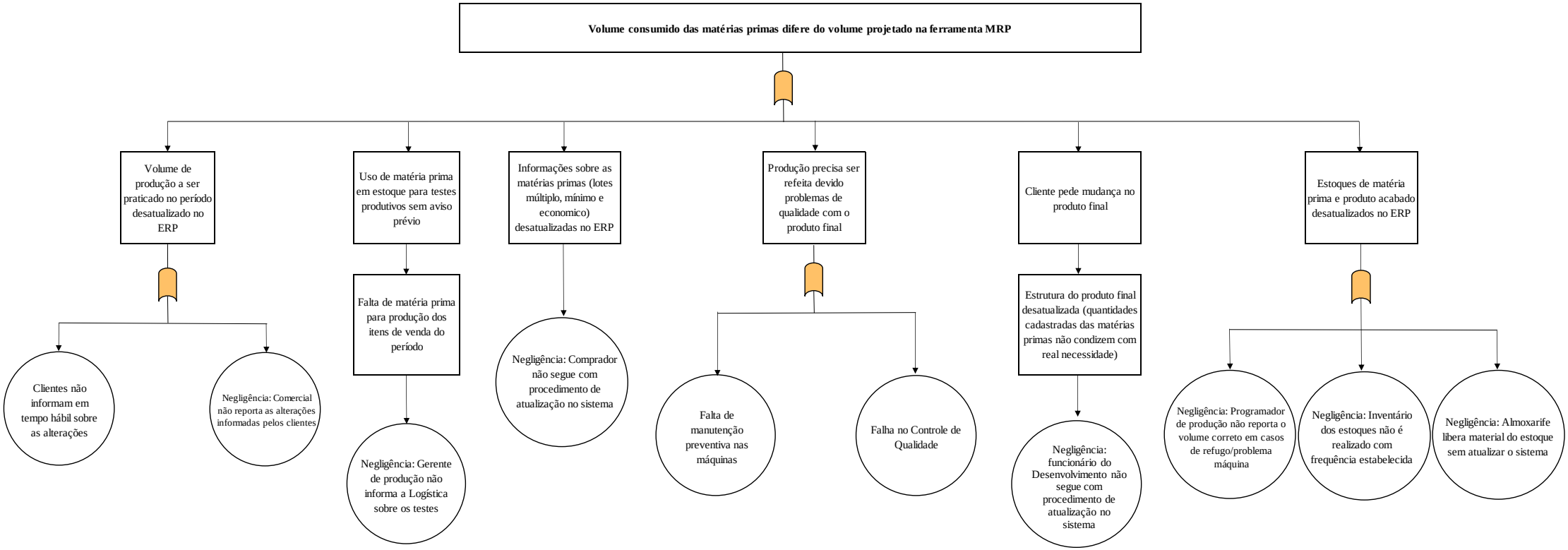


Figura 8 - FTA para o estudo de caso.

Fonte: Elaboração própria.

Tomando como base a análise de todo o sistema, foi possível demonstrar diversas interações entre os processos da empresa. Como evento do topo (ET) ou falha, tem-se a variação do consumo das matérias primas quando comparado ao volume que é projetado pela ferramenta MRP. A partir disso, foram identificados os eventos intermediários (primários e secundários), que ocorrem devido a um ou mais antecedentes, sendo os responsáveis por desencadearem o ET que compromete toda a cadeia produtiva.

Foi estabelecido que o ET pode ocorrer com apenas um dos eventos intermediários, não sendo necessário a presença de todos simultaneamente. Por fim, existe o evento básico, ilustrado pelos círculos, que representam a causa raiz do ET ou da falha, e por meio deles serão desencadeados os eventos intermediários que comprometem o desempenho e processos organizacionais.

Na primeira parte do FTA foram identificados dois eventos básicos que podem ocorrer individualmente para gerar o evento intermediário. O primeiro, consiste na situação em que os clientes cancelam/aumentam repentinamente o cronograma e não informam em tempo hábil sobre as alterações na demanda para o setor Comercial, impossibilitando que o sistema ERP seja atualizado de acordo. Isso fará com que a produção demande mais recursos do que o previsto anteriormente pelo MRP para atender a nova demanda, resultando em acúmulo de produtos, levando a instabilidade de estoque e custos extras para compras emergenciais para garantir o abastecimento. Já o segundo evento básico que ocasiona a falha do topo apresenta uma situação de negligência, em que o setor Comercial não reporta no sistema as informações de alteração na demanda recebidas previamente dos clientes. Dessa forma, o sistema ERP estará desatualizado e a ferramenta MRP projetará um consumo diferente da realidade, seja ele maior ou menor.

Na segunda parte, o evento básico de negligência relatado foi por parte do gerente de produção em não informar o departamento de Logística, responsável pela aquisição de matérias primas, sobre testes produtivos. Essa situação está diretamente relacionada ao uso excessivo de matéria prima disponível em estoque para garantir o aumento do abastecimento gerado pelos testes, o que acarretará a falta de recursos para produção dos itens de venda projetados para o período.

Na terceira parte considera-se como evento básico a negligência do setor de Compras com o procedimento pré-estabelecido de atualização do cadastro das matérias prima. Sem o cumprimento dessa etapa, o sistema ficará desatualizado e fornecerá informações incorretas ao MRP sobre os lotes mínimos, múltiplos e econômicos a serem comprados e produzidos.

Na quarta parte são apresentados dois eventos básicos que também podem ocorrer individualmente para gerar o evento intermediário e desencadear a falha do topo. O primeiro, está relacionado a falta de manutenção preventiva, onde muitas vezes as máquinas operam sem a eficiência necessária, e o segundo envolve falhas internas no controle e inspeção de qualidade. Ambos desencadeiam a produção de peças defeituosas e até mesmo de lotes inteiros que precisam ser refeitos, resultando no consumo de matéria-prima maior do que o projetado no MRP.

A quinta parte expõem o evento básico de negligência por parte do setor de Desenvolvimento quando o cliente solicita alteração no produto, mas sua estrutura (BOM) não é atualizada. Isso resultará na incompatibilidade entre a quantidade de matéria-prima cadastrada para fabricar o produto e a necessidade para nova demanda, desencadeando aumento ou diminuição no consumo do material que não será refletido na projeção do MRP por falta de atualização no sistema.

Por fim, na sexta parte existem três negligências que podem desencadear o mesmo evento intermediário de estoques de matéria prima e produto acabado desatualizados no ERP. A primeira delas está relacionada ao programador de produção que não reporta corretamente a quantidade de matéria prima utilizada no período devido a problemas que geram alto índice de refugo, muitas vezes causados pela manutenção inadequada das máquinas. Essa atitude ocorre em função do volume do refugo estar acima da quantidade considerada aceitável pela empresa, resultando em uma discrepância entre o consumo real e as projeções e interferindo negativamente no preço do produto acabado que será repassado ao cliente.

A segunda e terceira negligência envolvem a não realização do inventário dos estoques com uma frequência estabelecida e a liberação de material do estoque pelo almoxarife sem atualização do saldo no sistema. O problema envolvendo esses dois eventos básicos é que, a princípio, o saldo no sistema aparentará estar balanceado, mas o volume no físico não será compatível, gerando uma falsa necessidade de abastecimento no MRP e desequilíbrio dos estoques.

4.5 FMEA

Com o intuito de otimizar os resultados do FTA, utilizou-se a ferramenta FMEA para analisar as falhas primárias, no caso os eventos básicos, e as falhas de comando para obter a taxa de melhoria entre os dois, conforme apresentado no quadro 5 abaixo:

Quadro 5. FMEA para o estudo de caso.

Etapa / Função	Modo de Falha	Efeito	Sev.	Causa	Ocorr.	Controles Atuais	Detec.	RPN	Ações Corretivas
Projeção de vendas	Alterações repentinas na demanda	Acúmulo de matéria prima no estoque causado pela redução na demanda	9	Clientes não informam o Comercial em tempo hábil sobre as alterações	7	Reuniões mensais para discutir a previsão de venda	7	441	Reuniões mensais com os clientes; procedimento pré estabelecido no sistema, onde ele possa informar sobre as alterações na demanda
		Consumo de matéria prima além do previsto para atender produção emergencial							
Cadastros das matérias primas	Informações sobre as matérias primas (lotes múltiplo, mínimo e economico) desatualizadas	Informações incorretas abastecendo a ferramenta MRP, resultando em imprecisão nos calcúlos de consumo de matéria prima	5	Comprador não segue com procedimento de atualização no sistema	5	Solicitação de atualização quando as informações do MRP estão divergentes da realidade	3	75	Verificação semestral do cadastro da matéria prima
	Estrutura do produto final (BOM) desatualizada		5	Equipe do Desenvolvimento não segue com procedimento de atualização no sistema	5		3	75	Verificação semestral da estrutura do produto final
Processo produtivo	Produção precisa ser refeita em razão de problemas de qualidade com o produto final	Consumo de matéria prima além do previsto para o período para abastecer a produção e o cliente	8	Falha no Controle de Qualidade	5	Inspeção da Qualidade durante o processo produtivo e no armazenamento das peças nas embalagens	3	120	Treinamento e comprometimento dos colaboradores com as etapas de inspeção do processo
	Programador de produção não reporta o volume correto em casos de refugo/problema máquina		4	Falta de manutenção preventiva e de monitoramento das informações no sistema	7	Manutenção da máquina quando necessário	2	56	Inspeção juto ao programador de produção e manutenção preventiva das máquinas
Inventário dos estoques	Procedimento não é realizado com a frequência estabelecida	Saldo de matéria prima e produto acabado divergentes do estoque físico, ocasionando em compra ou produção emergenciais	4	Falta de supervisão	6	Solicitação para inventariar os estoques quando há suspeita de divergência entre o saldo do sistema e o que está no físico	2	48	Auditorias internas frequentes
Recebimento de matéria prima	Matéria prima é enviada para produção antes de dar entrada/baixa no sistema	Saldo de matéria prima no sistema divergente do estoque físico	1	Procedimento de recebimento não é realizado de acordo com o padrão estabelecido	6	Ajuste manual no sistema quando a falha é percebida	5	30	Inspeção durante o processo de recebimento
Testes de produção	Falta de matéria prima para produção dos itens de venda do período	Compra emergencial de matéria prima	6	Uso de matéria prima em estoque sem aviso prévio	6	Não tem controle	7	252	Divulgar com antecedência as informações sobre testes

Fonte: Elaboração própria.

As causas raízes do ET, definidas no FTA, originam a etapa/função desempenhada pelo sistema, ou seja, são nessas etapas em que as falhas iniciais acontecem e resultam as sucessivas falhas até o ET. A partir disso, é necessário derivar modos de falha que representem os eventos que levam à perda de funcionalidade do sistema, e que possuem como impacto um resultado que normalmente é perceptível para o cliente e tem o potencial de prejudicar todo o sistema da função que está sendo analisada.

O próximo passo para preenchimento do FMEA foi classificar aos modos de falha a partir da pontuação dos riscos, apresentada anteriormente por Gomes (2011) na Tabela 5, de acordo com a sua severidade (quão grave é a falha), ocorrência e detecção (possibilidade de encontrar a falha antes que ela ocorra). Para o quesito severidade e ocorrência das falhas, as notas variam de 0 (gravidade mínima) a 10 (gravidade máxima), e de 0 (máxima detecção) a 10 (detecção nula) para detecção.

Também foram apresentadas as possíveis causas para que as falhas ocorram bem como os controles atuais em uso pela organização, que muitas vezes não são seguidos ou aderidos de acordo com as normas estabelecidas. O próximo passo é considerar o RPN, que denota o risco calculado para a falha específica, sendo primordial corrigir o de maior número. As falhas que apresentaram o maior RPN são:

a) **Alterações repentinas na demanda - RPN 441:** esse modo de falha está relacionado a etapa de projeção de vendas, e apresenta as maiores notas para severidade e ocorrência e a menor chance de ser detectada antes de influenciar no sistema. Isso impacta diretamente na produção da empresa, desestabilizando os estoques de produto acabado e matérias primas e até mesmo com custos extras relacionados as compras emergenciais para atender ao cliente ou arcar com elevados custos de estoque em caso de perda de faturamento;
b) **Falta de matéria prima para produção dos itens de venda do período - RPN 252:** estando diretamente ligada a etapa dos testes produtivos, que são iniciados sem aviso prévio a equipe de logística, responsável pelo abastecimento de matéria prima e componentes;
c) **Produção precisa ser refeita em razão de problemas de qualidade - RPN 120:** frequentemente a empresa se depara com esse problema, sendo necessário refazer a produção de terminados lotes de produto acabado, decorrentes de problemas de qualidade durante a etapa do processo produtivo, ocasionado principalmente por falhas internas no controle e inspeção.

Os RPNs para as outras falhas variaram de 75 a 30, sugerindo que poderiam ser resolvidos após as falhas mais urgentes. Estes estão relacionados as etapas/funções de cadastro das matérias primas, processo produtivo, inventário dos estoques e por fim, a menos grave, ao recebimento de matéria prima.

Em suma, com o objetivo de otimizar e melhorar os recursos para a organização em estudo, foram propostas ações corretivas voltadas ao treinamento da equipe, inspeções e auditorias internas para garantir que os procedimentos estão sendo executados da maneira correta. Além disso, foram sugeridas melhorias no sistema ERP para tentar minimizar a principal falha de alteração repentina na demanda, que pode ser entendida também como o principal agente causador da variação do consumo das matérias primas quando comparado ao volume que é projetado pela ferramenta MRP.

5 SUGESTÕES GERENCIAIS

Nesse capítulo serão apresentadas algumas sugestões gerenciais que visam melhorar aspectos específicos do funcionamento da empresa analisada. A importância das sugestões gerenciais está na promoção da melhoria contínua e na otimização dos processos organizacionais. Ao envolver os membros da equipe na busca por soluções e melhorias, cria-se um ambiente colaborativo e incentiva-se o engajamento dos funcionários, aumentando sua motivação e senso de pertencimento à empresa.

As recomendações terão como foco os processos, operações, produtividade, eficiência e áreas que possam ser aprimoradas para alcançar melhores resultados, além de serem expressas de forma detalhada, com etapas a serem seguidas, abordando os principais problemas e falhas descritos no FMEA.

a) Procedimento pré-estabelecido e reuniões semanais com os clientes:

Essa abordagem auxiliará a empresa a planejar com antecedência e adaptar suas operações e recursos de forma eficaz de acordo com os requisitos do cliente. O objetivo é evitar o acúmulo de estoque em excesso, ocasionado pela diminuição da demanda, bem como evitar o esgotamento inesperado de recursos durante uma produção emergencial para suprir o aumento da demanda. Para criar um procedimento pré-estabelecido no sistema para os clientes informem sobre as alterações na demanda, sugere-se as seguintes etapas:

Desenvolvimento de formulário: na primeira etapa deve-se criar um formulário no sistema integrado da empresa para que os clientes possam informar sobre as alterações na demanda dentro de um prazo estabelecido;

Alerta de notificações: o sistema deverá ser configurado para enviar notificações automáticas para a equipe interna responsável sempre que um cliente enviar um novo formulário com informações de alterações na demanda;

Revisão interna: a equipe, formada por membros dos departamentos do Comercial, Produção e Logística, deverá revisar periodicamente os formulários recebidos e avaliar as alterações na demanda propostas;

Validação das alterações: antes de efetuar qualquer alteração na demanda, deve-se verificar se as solicitações dos clientes são viáveis e se a empresa possui capacidade de atender à nova demanda dentro dos prazos e recursos disponíveis;

Acompanhamento semanal: após a validação dos dados e confirmação aos clientes, é preciso intensificar o monitoramento da demanda atualizada por meio de reuniões semanais, a

fim de minimizar as alterações que podem desestabilizar toda a cadeia produtiva da empresa analisada.

b) Verificação semestral do cadastro de matéria-prima e da estrutura do produto:

Essa etapa é um processo contínuo e crucial para manter a qualidade dos dados dos cadastros das matérias-primas dessa empresa. Ao adotar essas práticas, é possível melhorar significativamente a precisão e a confiabilidade do sistema, evitando que informações incorretas abasteçam a ferramenta MRP e resultem em imprecisão nos cálculos de consumo e problemas operacionais. Para implementar essa melhoria sugere-se:

Definir um calendário para realizar a verificação: a empresa precisa criar um cronograma específico para realizar a verificação semestral, que ajudará a garantir com que o processo seja feito regularmente, evitando atrasos e inconsistências nos cadastros;

Documentar o processo de verificação: elaborar um procedimento detalhado para a revisão do cadastro de matéria-prima e da estrutura do produto final, documentando as etapas, as responsabilidades de cada departamento envolvido e as informações à serem verificadas;

Treinar a equipe: a equipe do Desenvolvimento e de Compras precisa estar treinada para usar o sistema e entender a importância da realização da tarefa;

Inspecionar o processo: é importante que os líderes dos departamentos de Desenvolvimento e Compras inspecionem na data estabelecida no cronograma se as atualizações foram feitas conforme o planejado.

c) Programa de treinamento e inspeção de Qualidade:

Os funcionários da Qualidade devem passar por um treinamento completo para equipá-los com as habilidades e conhecimentos essenciais para realizarem suas tarefas com eficácia. Além disso, as inspeções regulares dos processos produtivos são fundamentais para identificar possíveis falhas e minimizar ciclos adicionais que resultarão no consumo de matéria-prima superior às projeções iniciais. Algumas estratégias para alcançar esse objetivo são:

Plano de treinamento: desenvolver um plano de treinamento abrangente que cubra todos os aspectos relevantes a inspeção da qualidade do produto e do processo, incluindo treinamentos teóricos e práticos, detalhando as etapas de inspeção, critérios de qualidade, uso de equipamentos de medição e ferramentas de controle estatístico de qualidade (CEP);

Envolvimento da alta administração: o comprometimento da alta administração da empresa é crucial para criar uma cultura de qualidade. Os líderes da organização devem demonstrar apoio ao investir recursos adequados para treinamento e proporcionar um ambiente em que a qualidade seja valorizada;

Estabelecimento de metas e indicadores de desempenho: as metas para a inspeção da qualidade ser claras e os indicadores de desempenho (KPIs) precisam ser monitorados constantemente;

Auditorias internas: realizar auditorias internas periódicas para avaliar o nível de conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos pela empresa.

d) Manutenção preventiva:

A manutenção preventiva desempenha um papel fundamental no processo produtivo, garantindo o bom funcionamento e prolongando a vida útil das máquinas. Ao realizar inspeções regulares, limpezas e substituições de peças desgastadas, é possível evitar paradas não programadas e reduzir significativamente os custos de reparo. Ao adotar uma abordagem proativa, a empresa em análise poderá aumentar a eficiência e a produtividade, minimizando o tempo de inatividade e maximizando a disponibilidade das máquinas.

As diretrizes mais importantes para implementar essa melhoria de forma eficaz são:

Elaborar um plano de manutenção: desenvolver um plano detalhado de manutenção preventiva para cada máquina no processo produtivo, incluindo a periodicidade das inspeções e tarefas de manutenção, bem como as peças e ferramentas necessárias;

Inspeções regulares: programar inspeções periódicas para verificar o estado das máquinas, a fim de identificar problemas potenciais antes que eles se tornem falhas graves;

Treinamento da equipe: deve-se certificar que a equipe de manutenção esteja adequadamente treinada e capacitada para realizar as tarefas preventivas de forma segura e eficiente;

Monitoramento do desempenho: utilizar indicadores de desempenho para monitorar o estado das máquinas e identificar tendências que possam indicar problemas futuros;

Registro das atividades de manutenção: para facilitar o rastreio do histórico de manutenção e planejar futuras intervenções, a equipe de manutenção precisa manter registros detalhados das atividades realizadas em cada máquina;

Promover uma cultura de manutenção: é importante incentivar a cultura de manutenção preventiva dentro da empresa, onde todos os funcionários entendam a importância da manutenção para a eficiência e a segurança do processo produtivo.

e) Auditorias internas:

As auditorias internas na fábrica são uma prática essencial para garantir a conformidade com padrões, procedimentos, normas e regulamentos estabelecidos, além de

promover a melhoria contínua dos processos e a identificação de oportunidades de aprimoramento. As principais estratégias definidas para isso consistem em:

Planejar a auditoria: primeiramente é necessário definir os objetivos da auditoria, os escopos das áreas a serem auditadas e os critérios de avaliação;

Preparar os auditores: a empresa tem que oferecer um treinamento adequado aos auditores internos selecionados, garantindo que entendam os processos, requisitos e padrões a serem auditados e que conheçam as técnicas de auditoria e saibam como conduzir entrevistas e coletar evidências;

Relatório de auditoria: após a realização da auditoria, é necessário elaborar um relatório detalhado, objetivo e claro, destacando pontos fortes e áreas de melhoria;

Feedback e ações corretivas: o relatório deverá ser apresentado aos responsáveis pelas áreas auditadas, com o intuito de implementar ações corretivas para abordar não conformidades identificadas e acompanhamento do progresso dessas ações;

f) Inspeção durante o recebimento de matéria-prima:

Para melhorar o processo de recebimento de matéria-prima, é importante que a empresa adote práticas eficientes de inspeção que garantam a qualidade dos materiais e dos processos, evitando que ocorra a falha de envio da matéria prima para produção antes da entrada ou baixa do saldo no sistema. Para isso, sugere-se:

Definição clara dos critérios de inspeção: estabelecer critérios de aceitação para cada tipo de matéria-prima com base em suas especificações técnicas e requisitos de qualidade, permitindo que a equipe de inspeção saiba exatamente o que procurar durante a avaliação dos materiais;

Capacitação da equipe: a equipe dos almoxarifes deve estar treinada e familiarizada com os procedimentos de inspeção, conhecendo os critérios de aceitação e normas a serem seguidas;

Padronização dos processos: a fim de garantir consistência e clareza, a empresa necessita estabelecer um procedimento padronizado por meio de documentação abrangente, de modo que todos os envolvidos terão um entendimento de como realizar o procedimento e a importância de não omitir nenhuma etapa;

Auditorias regulares dos estoques: é um processo importante para garantir a confiabilidade das informações relacionadas aos estoques físico e sistêmico da empresa em analisada, assegurando que os registros refletem com precisão as reais quantidades disponíveis.

g) Testes produtivos:

A importância de divulgar com antecedência informações sobre testes produtivos é fundamental para garantir a eficiência e o sucesso das atividades dessa empresa, visto que eles podem consumir mais recursos do que o projetado pela ferramenta MRP. A divulgação prévia permite que todos os envolvidos no processo estejam cientes e preparados para as possíveis mudanças e impactos. Para isso é necessário:

Preparação adequada: ao fornecer informações antecipadamente, as equipes de Produção e Logística terão tempo suficiente para se planejarem e identificarem os recursos e equipamentos necessários para os testes, garantindo que tudo esteja disponível quando o momento chegar e que principalmente não ocorra a falta para a produção corrente do período;

Comunicação formal: é importante enviar um comunicado oficial por escrito com todas as informações relevantes sobre os testes produtivos, garantindo que os departamentos envolvidos tenham acesso às mesmas informações;

Estabelecer prazos: para garantir um planejamento eficiente e evitar possíveis problemas, é necessário estabelecer um prazo para que as equipes se preparem e confirmem sua disponibilidade para os testes;

Reuniões: estas, devem ser realizadas antes e depois dos testes para discutir detalhes, esclarecer dúvidas e garantir que o entendimento completo do procedimento.

6 CONCLUSÃO

Com base no que foi apresentado, entende-se que a ferramenta MRP tem por objetivo auxiliar no gerenciamento da produção e das operações da empresa para atender às necessidades do cliente final. Quando o projetado não condiz com a realidade, existe o risco de esgotamento das matérias-primas a qualquer momento, principalmente se forem importadas ou de locais distantes, representando uma ameaça de atraso ou interrupção completa da linha de produção, gerando custos extras para abastecer a demanda ou até mesmo para manter o alto nível de estoque.

O foco principal desta pesquisa gira em torno de um desafio recorrente enfrentado pela empresa, onde cerca de 50 matérias-primas, de um portifólio de mais de 200, apresentam taxa de consumo diferente das projeções feitas pela ferramenta MRP. Essa disparidade entre o planejamento e a realidade operacional é um desafio crítico que afeta a eficiência dos processos de produção e o gerenciamento dos recursos da empresa, uma vez que podem ocorrer situações de escassez ou excesso.

Devido ao impacto dessa situação e às dificuldades e riscos que ela representa para uma organização, se fez necessário investigar as principais causas das mudanças na produção da empresa a fim de identificar os problemas e analisar as causas das falhas. Com a finalidade de atingir os objetivos desejados, o estudo dos processos iniciou-se por meio do mapeamento no fluxograma, que possibilitou entender como as atividades ocorrem sequencialmente, os departamentos envolvidos e os pontos onde estão ocorrendo as falhas.

O processo de mapeamento que se seguiu provou ser útil para detectar os principais problemas nos procedimentos da empresa. Tomando como base a análise de todo o sistema através da ferramenta da qualidade FTA, foi possível constatar diversas interações que apontam para a falha de variação no consumo das matérias primas quando comparado ao volume que é projetado pela ferramenta MRP. A partir disso, foram apontados os eventos intermediários e suas causas raízes que desencadeiam uma série de falhas subsequentes que comprometem a cadeia produtiva.

Para aumentar a confiabilidade do estudo, o FTA foi integrado ao FMEA, onde as causas raízes da falha principal originaram a etapa/função desempenhada pelo sistema. A partir disso, o estudo derivou os modos de falha que representem os eventos que levam à perda de funcionalidade do sistema e que possuem como impacto um resultado que normalmente é perceptível para o cliente e que prejudica toda a função em análise. Também, foram

apresentadas as possíveis causas para que as falhas ocorram, bem como os controles atuais em uso pela organização que muitas vezes não são seguidos ou aderidos por todos.

Diante dos resultados encontrados com a pesquisa, foi possível concluir que o principal causador do evento topo do FTA são as alterações repentinas na demanda por parte dos clientes e a falta de comprometimento com o programa e aviso prévio. Isso impossibilita que a empresa tenha tempo hábil para realocar os recursos e revisar o planejamento, que também deixa de ser feito em função da negligência dos funcionários com os procedimentos estabelecidos.

É essencial a compreensão por todos os colaboradores de que o sistema e os departamentos estão interligados em uma rede complexa e que para funcionar todos devem fazer a sua parte, seguindo regras e procedimentos para minimizar as falhas e garantir a melhoria contínua do fluxo e seus processos. A fim de melhorar o desempenho geral da empresa, foram feitas recomendações para aprimorar o processo de gestão e manter as ferramentas implantadas na análise dos recursos disponíveis.

Logo, a manutenção adequada da ferramenta é a principal aliada na regularização dos níveis de estoque e no aumento da produtividade. Quando tudo está regularizado a empresa seguirá um ciclo que mantém todas as divisões funcionando além de estoques precisos para suprir a produção sem perda de matéria-prima, escassez ou sobras.

A limitação desta pesquisa está ligada a natureza investigativa e sensível das informações coletadas, que muitas vezes precisaram ser obtidas de forma sigilosa, podendo restringir a capacidade de explorar completamente certos aspectos da dinâmica organizacional, uma vez que existe a privação de alguns dados.

Por fim, vale ressaltar que os resultados apresentados não podem ser generalizados, uma vez que cada empresa e contexto organizacional são únicos. As conclusões e recomendações obtidas são específicas para a empresa em foco e podem não ser aplicáveis a outras, mesmo que que atuem no setor automotivo. Cada empresa possui variáveis e particularidades que influenciam suas operações de maneira singular portanto, é fundamental que qualquer aplicação prática dos resultados desta pesquisa seja precedida por uma análise cuidadosa, levando em consideração suas características, recursos, objetivos e desafios individuais.

BIBLIOGRAFIA

BALLOU, R. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial.** 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BAPTISTA, M. de L. P. **Abordagens de riscos em Barragens de aterro.** Dissertação (Doutorado) - Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2008.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento.** 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

CARVALHO, H. **Análise de causa raiz:** Análise da Árvores de Falhas. Vida de produto, 2020. Disponível em: < https://vidadeproduto.com.br/analise-da-arvores-de-falhas/>. Acesso em: 07 de jun. de 2022.

CARLSON, C. S. ***Effective FMEAs****: achieving safe, reliable, and economical products and processes using failure mode and effects analysis. Danvers,United States of America: Wiley e Sons,Inc,* 2012.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção:** MRP II / ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, *Oracle Applications* e outros softwares integrados de gestão. – 5ª Ed.- 2ª reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações:** manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2° ed. São Paulo: Atlas, 2009.

CORRÊA, H. L.; GIANESII. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011

CHIAVENATO, I. **Administração da Produção:** uma abordagem introdutória. São Paulo: Elsevier, 2005.

FREZATTI, F. ***Beyond budgeting***: Inovação ou resgate de antigos conceitos do orçamento empresarial. Revista de Administração de Empresas. p. 23-33, vol. 45, abr/jun 2005.

FUSCO, J. P. A.; SACOMANO, J. B. **Operações e Gestão Estratégica da Produção.** São Paulo: Arte e Ciência, 2007.

GOMES, L. A. **Análise de Modos de Falha e Efeitos**. 2011. Disponível em: <https://pm2all.blogspot.com/2011/06/analise-de-modos-de-falha-e-efeitos.html>. Acesso em: 29 de mar. de 2023.

GOMES, F. M. M. et al. Mapeamento do fluxo de trabalho: Engenharia Clínica do HCFMRP-USP. **Revista de Medicina USP**, v. 48, n.1, 41-47, 2015.

HIDALGO, E. M. P. **Método de aquisição de conhecimento para sistemas especialistas destinados à diagnose de falhas:** aplicação de técnicas de análise de confiabilidade e de risco. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LIMA, P. et al. Proposta de utilização do FTA como ferramenta de apoio ao FMEA em uma empresa do ramo automotivo. **XIII Simpósio de Engenharia de Produção, SIMPEP**, p. 15-22, 2006.

MARTINS, P. G. LAUGENI, F. P. **Administração da Produção.** São Paulo: Saraiva, 2006.

MEDEIROS, E. M. et al. Fluxograma. In: **III Mostra de Pesquisa, Ensino e Extensão do IFRS-Campus Viamão**. 2018.

MORAES, W. G. et al. **A importância da administração de estoques no ambiente corporativo**. Unipacto, 2018.

MORESI, E. et al. **Metodologia da pesquisa.** Brasília: Universidade Católica de Brasília, v. 108, n. 24, 2003.

NACIMENTO, A. **Fluxograma de processos na Gestão da Qualidade.** 2020. Disponível em: <https://hdrup.com/blog-gestao/fluxograma-de-processos-na-gestao-da-qualidade/.> Acesso em: 6 de set. de 2023.

NASCIMENTO, L. P. **Elaboração de projetos de pesquisa**. São Paulo: *Cengage Laerning*, 2012.

OLIVEIRA, M. M. E. P.; SILVA, R. M. R. da. **Gestão de estoque**. Ice. 2013.

RESENDE, M. D. O.; SACOMANO, J. B. **Princípios dos sistemas de planejamento e controle da produção.** 1ª Ed. – 2ª reimpr. São Paulo, 2007.

SESTREM, T. PFMEA: conheça e saiba como utilizá-lo. ***Blog Qualyteam***, 2022. Disponível em: < https://qualyteam.com/pb/blog/pfmea-conheca-e-saiba-como-utiliza-lo/>. Acesso em: 10 de mar. de 2023.

SILVA, D. O.; ULBANERE, R. C.; JESUS, B. S. **Considerações sobre metodologias para o controle de estoques.** Revista Cientifica Integrada, Guarujá, n. 4, 2014.

SILVA, F. G. et al. **Manutenção e correção de falhas inerentes a segurança industrial.** Revista Científica Semana Acadêmica. 01, 2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 2ª Ed.- 7ª reimpr. - São Paulo: Atlas, 2007.

THIOLLENT, M. et al. **Metodologia da pesquisa–ação**. 7ª Ed. São Paulo, 2009.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. 1ª Ed. – 2ª reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

VEGGIAN, V. A.; SILVA, T.F. da. Planejamento e controle da produção. **FAEF-Revistas Científicas Eletrônicas**, v. 1, n. 2, p. 1-4, 2011.

ZLIOBAITE, I.; BAKKER, J.; PECHENIZKIY, M. ***Beating the baseline prediction in food sales:*** *How intelligent an intelligent predictor is? Expert Systems with Applications*, v. 39, n. 1, 2012.