

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANGELO MELCHIOR LOPES

**APLICAÇÃO DE GESTÃO DE PROJETOS NO MAPEAMENTO E
ESTRUTURAÇÃO DO FLUXO DE MATERIAIS E PEDIDOS CRÍTICOS EM UMA
FÁBRICA DE LONDRINA-PR**

LONDRINA

2023

ANGELO MELCHIOR LOPES

**APLICAÇÃO DE GESTÃO DE PROJETOS NO MAPEAMENTO E
ESTRUTURAÇÃO DO FLUXO DE MATERIAIS E PEDIDOS CRÍTICOS EM UMA
FÁBRICA EM LONDRINA-PR**

**Application of Project Management in Mapping and Structuring the Flow of
Critical Materials and Orders in a Factory in Londrina-PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Rosana Travessini.

LONDRINA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ANGELO MELCHIOR LOPES

**APLICAÇÃO DE GESTÃO DE PROJETOS NO MAPEAMENTO E
ESTRUTURAÇÃO DO FLUXO DE MATERIAIS E PEDIDOS CRÍTICOS EM UMA
FÁBRICA DE LONDRINA-PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 24/novembro/2023

Rosana Travessini
Mestrado em Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Amadeu Lombardi Neto
Doutorado em Engenharia Metalúrgica
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Genaro Marcial Mamani Gilapa
Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LONDRINA

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as oportunidades e caminhos que abriu e me possibilitaram estar nesta posição hoje. Além de sempre olhar por mim.

Agradeço ao meu pai, que nunca me deixou faltar absolutamente nada sempre me assistiu em tudo, desde o apoio emocional e financeiro aos tantos conselhos de uma vida bem vivida.

Agradeço a todos os meus amigos, do colégio, igreja, universidade e que a vida me proporcionou, não faltaram vezes em que foram um pilar na minha caminhada.

Agradeço o apoio dos meus amigos de classe, que com certeza se tornaram amigos para toda a minha vida.

Agradeço também aos meus amigos e colegas da empresa, por todo o auxílio e conhecimento transmitido.

Também agradeço a todo escopo de professores e colaboradores da UTFPR por toda dedicação e ajuda para me tornar um grande profissional.

E a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O controle sobre o ciclo de vida de um material e o entendimento completo do fluxo da cadeia de suprimentos em uma indústria é fundamental para garantir a eficiência da produção, fluidez entre os processos e a satisfação do cliente. Com a já estabelecida globalização do mercado, diferentes cenários podem afetar drasticamente essa cadeia, tornando necessário um gerenciamento adequado e adaptável a cada nova situação. A recente crise sanitária mundial, por exemplo, impactou muito negativamente a distribuição dos insumos e a cadeia de suprimentos, aumentando exponencialmente a demanda por produtos de saúde e desencadeando uma escassez mundial e generalizada de matéria-prima em geral. Neste contexto, a utilização de sistemas de planejamento de recursos empresariais (ERP), de gerenciamento de produção (MRP) e Supply Chain Management (SCM) voltada para esses cenários de crise se torna um ponto chave para as empresas para garantir a eficiência da produção e o atendimento das demandas do mercado. O objetivo deste trabalho é estabelecer um processo de acompanhamento da cadeia de suprimentos que permita reorganizar o planejamento de abastecimento das empresas e retomar a cadeia produtiva para atender às demandas dos clientes nesse cenário pós-crise. O presente trabalho foi desenvolvido tendo como metodologia a pesquisa bibliográfica e execução da metodologia de aplicação de projetos DMAIC, no âmbito do gerenciamento interno em cenários de escassez de matéria prima. Verificou-se a necessidade da criação e implementação de indicadores e um novo fluxo de informações para lidar com os materiais faltantes; colaboração tecnológica por meio de ferramentas/plataformas de alta performance para melhor administração dos processos de supply chain; rotina de Follow-up a partir dos novos indicadores; promoção da capacitação de indivíduos e equipes.

Palavras-chave: matéria prima; DMAIC; supply chain; fluxo de abastecimento.

ABSTRACT

The control over the life cycle of a material and a complete understanding of the supply chain flow in an industry is essential to ensure production efficiency, fluidity between processes and customer satisfaction. With the already established market globalization, different scenarios can drastically affect this chain, making necessary an adequate and adaptable management to each new situation. The recent global health crisis, for example, had a very negative impact on the distribution of inputs and the supply chain, exponentially increasing the demand for health products and triggering a worldwide and widespread shortage of raw materials in general. In this context, the use of enterprise resource planning (ERP), production management (MRP) and Supply Chain Management (SCM) systems aimed at these crisis scenarios becomes a key point for companies to ensure production efficiency and meeting market demands. The objective of this work is to establish a supply chain monitoring process that allows companies to reorganize their supply planning and resume the production chain to meet customer demands in this post-crisis scenario. The present article was developed having as methodology the bibliographical research and execution of the methodology of application of DMAIC projects, in the scope of the internal management in scenarios of scarcity of raw material. There was a need to create and implement indicators and a new flow of information to deal with missing materials; technological collaboration through high-performance tools/platforms for better management of supply chain processes; Follow-up routine based on the new indicators; promoting the training of individuals and teams.

Keywords: raw material; DMAIC; supply chain; supply flow.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Precisão & Estabilidade.....	20
Figura 2 – Exemplo de Diagrama de Ishikawa.....	25
Figura 3 – Exemplo de Matriz de Riscos.....	27
Figura 4 – Exemplo de Gráfico de Pareto.....	29
Figura 5 – Mapeamento do Fluxo do Material.....	31
Figura 6 – Estrutura do DMAIC.....	36
Figura 7 – Etapas do Fluxo e Fonte de Dados.....	38
Figura 8 – Diagrama de Ishikawa dos Materiais.....	39
Figura 9 – Matriz de Riscos do Processo.....	41
Figura 10 – Benchmark da Qualidade Clientes.....	44
Figura 11 – Fluxo de Atendimento Qualidade Clientes.....	45
Figura 12 – Materiais x Semanas sem Estoque.....	46
Figura 13 – Gráfico de Pareto dos Pedidos Críticos.....	47
Figura 14 – Sinalizações no Recebimento de Cargas.....	49
Figura 15 – Início da Etapa Melhorar.....	50
Figura 16 – Desempenho das Etapas.....	52
Figura 17 – Processo de Follow-up Detalhado.....	52
Figura 18 – Dashboard Pós Mudanças no Processo.....	54
Figura 19 – Desempenho das Etapas Pós Mudanças no Processo.....	55
Figura 20 – Pareto dos Pedidos Pós Mudanças no Processo.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lead Time Médio de Cada Etapa.	46
Tabela 2 – Tempos Objetivo de Cada Etapa.	51
Tabela 3 – Lead Time Médio de Cada Etapa Pós Mudanças no Processo.	56
Tabela 4 – Antes e Depois dos Lead Times Médios.	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
ERP	Enterprise Resource Planning
KPI	Key Performance Indicator
MRP	Material Requirement Planning
MSA	Measurement System Analysis
OTD	One Time Delivery
SCM	Supply Chain Management
SAP	Systemanalyse Programmentwicklung
WIP	Work In Progress

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	Gerais	12
2.2	Específicos	12
3	JUSTIFICATIVA	13
4	DESENVOLVIMENTO	14
4.1	Referencial teórico	14
4.1.1	Cadeia de Suprimentos (<i>Supply Chain</i>).....	14
4.1.2	Impacto da Pandemia de Covid-19.....	15
4.1.3	Ferramentas de gerenciamento da <i>Supply Chain</i>	16
4.1.4	Indicadores (<i>KPIs</i>)	18
4.1.5	Análise do Sistema de Medição (<i>MSA</i>)	20
4.1.6	<i>Follow-up</i>	21
4.1.7	SAP (Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistema)	22
4.1.8	Power BI	23
4.1.9	Ferramentas <i>Lean</i>	24
4.2	Metodologia	29
4.2.1	Definir	30
4.2.2	Medir.....	36
4.2.3	Analisar.....	42
4.2.4	Melhorar	48
4.2.5	Controlar.....	51
4.3	Resultados e Discussões	53
5	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

A cadeia de suprimentos pode ser afetada por diferentes cenários do mercado, como mudanças na demanda, na oferta e nos preços dos produtos. Por isso, é fundamental que as empresas estejam preparadas para lidar com diferentes situações, adotando estratégias adaptáveis e flexíveis (*Khan Academy*, 2019).

Por exemplo, durante períodos de alta demanda, é importante garantir a disponibilidade de matéria-prima e a capacidade produtiva. Isso pode ser feito por meio de uma gestão eficiente da produção e da logística, bem como pelo estabelecimento de parcerias estratégicas com fornecedores confiáveis (PLATT, 2015).

Por outro lado, em períodos de baixa demanda, é importante adotar medidas para reduzir os custos e evitar o desperdício de recursos. Isso pode incluir a redução da capacidade produtiva, a revisão dos processos de produção e logística, e a busca por novos mercados e oportunidades de negócio.

Além disso, as empresas também precisam estar preparadas para lidar com eventos inesperados, como desastres naturais, crises políticas e pandemias. A crise sanitária mundial, por exemplo, teve um impacto significativo na cadeia de suprimentos, aumentando a demanda por produtos de saúde e desencadeando uma escassez de matéria-prima. A pandemia da Covid-19 desorganizou a cadeia de suprimentos de empresas em todo o mundo, causando alarmantes desabastecimentos e escassez de mão de obra em todos os setores (RIBEIRO, 2022).

O controle sobre o ciclo de vida do material e da cadeia de suprimentos completa é essencial para garantir a eficiência da produção e a satisfação do cliente. Isso envolve desde a escolha dos fornecedores até a entrega final do produto ao cliente, passando pela produção, transporte e armazenagem (RIBEIRO, 2022).

Para garantir esse controle, é fundamental que as empresas tenham uma visão completa e integrada da cadeia de suprimentos, o que pode ser facilitado por práticas do *Supply chain Management (SCM)*, que contempla a utilização

de sistemas de *ERP* (*Enterprise Resource Planning*) e *MRP* (*Material Requirement Planning*). O *ERP* permite a integração dos dados de diferentes áreas da empresa, facilitando a tomada de decisão e a gestão da produção. Já o *MRP* ajuda a gerenciar a produção de forma mais eficiente, considerando a disponibilidade de matéria-prima e outros recursos necessários. As práticas do *Supply chain Management* (*SCM*) compreendem o conjunto de processos interligados em uma cadeia que se inicia na compra da matéria-prima, produção, armazenamento, movimentação interna, transporte e distribuição até o consumidor final (CHOPRA e MEINDL, 2016).

Com isso, faz-se necessário considerar todo o planejamento e estruturação para atender plenamente os clientes finais, o que implica tomar decisões estratégicas, táticas e operacionais na organização.

Para tal, é importante estar alerta sobre eventuais gargalos e pontos de melhoria. Isso pode ser feito por meio de análises de desempenho e indicadores de desempenho, que permitem identificar pontos críticos e oportunidades de otimização (FranklinCovey, 2019).

Enfim, com todos os dados e informações recolhidos e organizados, ter uma rotina de *Follow-up* para com esses materiais críticos é imprescindível para a empresa. E ainda de uma forma orgânica, ou seja, fazendo parte de um processo comum e não mais uma atividade extra daqueles que já acompanham os pedidos normais da empresa.

Nessa perspectiva, o presente trabalho científico original, busca a execução e relato da aplicação do método *DMAIC* no fluxo de abastecimento de uma fábrica e montadora de elevadores, cujos clientes finais são grandes construtoras e outras empresas, e pretende validar um processo de gerenciamento e acompanhamento dos materiais vitais para a indústria de forma separada dos demais pedidos e discutir os resultados da implementação da metodologia em uma indústria de Londrina-PR.

2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho dizem respeito à metodologia de aplicação de um projeto na indústria e aos da sua própria aplicação em si, e são divididos da forma que segue.

2.1 Gerais

- Como proposta principal do projeto, tem-se a redução do tempo de atendimento de itens críticos, desde a identificação do material que é crítico até o seu consumo na linha de produção;
- Aplicar o método DMAIC para mapeamento e estruturação de um fluxo para a *supply chain*.

2.2 Específicos

- Diminuir o *lead time* de cada etapa do processo de abastecimento desses materiais sem comprometer a integridade dos mesmos;
- Aprimorar os processos que fazem parte do fluxo;
- Melhorar na previsão de demanda desses materiais;
- Aumentar a produção pela não paralização das linhas de produção;
- Implementar indicadores e portais que auxiliem na rotina de acompanhamento;
- Definir funções e responsabilidades.

3 JUSTIFICATIVA

Um atendimento de excelência representa um diferencial para o sucesso da organização. Portanto, no fim de todo o ciclo do material, há um cliente satisfeito ou não. E uma empresa só se mantém saudável no mercado com a primeira opção (PEIXOTO, 2022). Com uma *supply chain* ineficiente, haverá muitos atrasos e esses clientes sentirão a má qualidade no atendimento, podendo gerar multas contratuais, diversas reclamações e certamente perda de muitos deles.

Ainda, quando uma parte super relevante do ciclo de vida do produto como é essa fase de abastecimento acaba provocando muitas paradas na linha de produção, improdutividade e desgaste de todos responsáveis por fazer a fábrica funcionar.

Os indicadores de todas as áreas também são afetados e os resultados são muito mais fracos de quando se têm uma cadeia de suprimentos otimizada e robusta. Assim as metas dos setores da empresa não são alcançadas e muitas vezes isso recai sobre os colaboradores.

Sem contar com o impacto no faturamento da empresa, uma vez que a produtividade cai, conseqüentemente aumenta o quanto se gasta para produzir o produto. Seja pelo tempo ou pela perda dos clientes, o setor financeiro é um fortíssimo ponto para a empresa pensar em um processo eficaz e otimizado para tratar desses materiais críticos.

4 DESENVOLVIMENTO

No desenvolvimento serão apresentados os conceitos que embasaram o trabalho e as ferramentas utilizadas pra aplicação do mesmo. Desde o referencial teórico, metodologia de aplicação aos resultados obtidos.

4.1 Referencial teórico

Neste capítulo, é apresentada a revisão da literatura referencial que fundamentou a pesquisa, incluindo o conteúdo teórico e estudos realizados. Além disso, são apresentados os conceitos centrais considerados pela pesquisa, bem como o modelo analítico da adequação estratégica, que conta com variáveis, atributos e indicadores de referência para captura e análise causal dos dados coletados. As figuras contidas neste e em outros capítulos foram elaboradas pelo próprio autor.

4.1.1 Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain*)

A cadeia de suprimentos (*supply chain*) é uma rede de organizações e processos que interagem para fornecer produtos e serviços ao cliente final. A gestão da cadeia de suprimentos envolve o planejamento, a implementação e o controle das atividades que ocorrem desde a aquisição de matérias-primas até a entrega do produto final ao cliente.

Segundo Chopra e Meindl (2016), a cadeia de suprimentos é composta por diferentes etapas, incluindo a gestão de fornecedores, a produção, a distribuição e a logística de transporte. A eficiência e eficácia dessas etapas são fundamentais para garantir a competitividade da empresa no mercado.

De acordo com Christopher (2016), a cadeia de suprimentos é uma das principais fontes de vantagem competitiva para as empresas, uma vez que permite a redução de custos, o aumento da eficiência e da qualidade dos produtos e serviços, e a melhoria do atendimento ao cliente.

Além disso, a gestão da cadeia de suprimentos está diretamente relacionada com a gestão de riscos e incertezas do mercado. Segundo Pires

(2008), a gestão da cadeia de suprimentos deve considerar fatores externos e internos que podem afetar o desempenho da empresa, como mudanças na demanda dos clientes, flutuações econômicas e problemas com fornecedores e parceiros.

Portanto, é possível concluir que a gestão da cadeia de suprimentos é uma atividade fundamental para as empresas que desejam se manter competitivas no mercado. A eficiência e eficácia da cadeia de suprimentos dependem da integração e colaboração entre as diferentes organizações e processos que compõem a cadeia, bem como da gestão de riscos e incertezas do mercado.

4.1.2 Impacto da Pandemia de Covid-19

A pandemia de COVID-19 teve um impacto significativo na indústria global, levando a uma escassez de materiais em diversos setores. Um dos principais fatores que contribuíram para essa situação foi a crise global de semicondutores, que afetou diretamente a produção de diferentes empresas e resultou na necessidade de ajustes e paralisações nas linhas de produção (BUENO, 2023).

No contexto brasileiro, a China desempenha um papel fundamental como parceiro comercial, sendo responsável por uma parcela significativa das importações. Em 2021, cerca de 31,3% das importações brasileiras tiveram origem na China, e esse número permaneceu alto em 2022, representando 25,8% até o mês de janeiro. A interrupção nas cadeias de suprimentos e a escassez de componentes afetaram diretamente as empresas que dependem dessas importações (BUENO, 2023).

Um dos desafios enfrentados pela indústria é o planejamento a longo prazo. Enquanto a indústria em geral acelerou sua produção, a demanda por componentes já estava alta, e as indústrias que dependem desses materiais enfrentaram dificuldades para obter os suprimentos necessários.

Em outubro de 2020, uma pesquisa revelou que cerca de 70% das pequenas empresas foram afetadas pela falta de insumos, em comparação com

66% das grandes empresas. Além disso, o percentual de empresas menores que relataram enfrentar muita dificuldade foi maior, atingindo 28% entre as pequenas empresas e 27% entre as médias (Effortech, 2022).

Para mitigar os impactos da crise, muitas empresas tiveram que ajustar sua produção e revisar cronogramas devido ao aumento dos preços e à falta de componentes disponíveis. É fundamental que as empresas adotem estratégias de gerenciamento de cadeia de suprimentos mais resilientes e flexíveis. Isso inclui a diversificação de fornecedores, a manutenção de estoques de segurança, a adoção de práticas de previsão de demanda mais precisas e o estabelecimento de parcerias estratégicas ao longo da cadeia produtiva (BUENO, 2023).

O presente projeto buscou aplicar a metodologia *Lean Six Sigma* no âmbito do planejamento estratégico e acompanhamento desses materiais em uma empresa de Londrina-PR e avaliar o impacto positivo no tempo de entrega dos mesmos.

Ainda, a desvalorização do real em relação ao dólar também influenciou na situação. Uma vez que com a moeda mais fraca, o poder de compra do país cai e não fica tão interessante para o mercado externo vender para tal. Desde o final de 2019, o real perdeu cerca de 28% de seu valor, ultrapassando o limite de R\$ 4 por dólar. Atualmente, a taxa de câmbio comercial gira em torno de R\$ 5,50, tornando as importações mais caras e impactando os custos das empresas brasileiras que dependem de insumos estrangeiros (MOTA, 2020).

É importante ressaltar que a crise de falta de material não se restringe apenas ao setor industrial. Ela tem repercussões em toda a cadeia de abastecimento, afetando desde os fabricantes até os consumidores finais. A escassez de componentes eletrônicos, por exemplo, pode impactar a disponibilidade de produtos eletrônicos, automóveis e outros bens de consumo (BUENO, 2023).

4.1.3 Ferramentas de gerenciamento da *Supply Chain*

As ferramentas de gerenciamento da *supply chain* são essenciais para aprimorar a eficiência e a eficácia do processo logístico de uma empresa. Elas auxiliam na gestão de todas as etapas da cadeia de suprimentos, desde o fornecimento de matéria-prima até a entrega do produto final ao cliente. Com essas ferramentas, é possível otimizar o fluxo de informações e materiais, reduzir custos, aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos, além de melhorar a satisfação do cliente (NETO; OLIVEIRA e GHINATO, 2002).

É possível entender a *supply chain management* (SCM) como a gestão dos processos e fluxos de bens, serviços e informações desde o fornecedor até o cliente final (MENTZER et al., 2001). Segundo Cooper et al. (1997), a SCM tem como objetivo a coordenação e integração das atividades de compras, produção e distribuição de forma a atender às necessidades dos clientes com eficiência e eficácia.

Isso significa envolver a gestão de uma rede interconectada de fornecedores, fabricantes, distribuidores e varejistas, com o objetivo de otimizar o valor entregue ao cliente final (LAMBERT e COOPER, 2000).

Para Fawcett (2007), a SCM é uma abordagem estratégica para a gestão da cadeia de suprimentos que busca criar valor para os clientes e acionistas por meio da integração e coordenação de todas as atividades ao longo da cadeia. Isso inclui a colaboração com fornecedores e clientes, a adoção de práticas sustentáveis, a utilização de tecnologias de informação e comunicação e a análise de desempenho.

A implementação de uma estratégia efetiva de SCM pode trazer diversos benefícios para as empresas, como a redução de custos, o aumento da eficiência e eficácia dos processos, a melhoria da qualidade e do atendimento ao cliente, além de proporcionar vantagem competitiva (HANDFIELD e NICHOLS JR, 1999).

Em resumo, a SCM é uma área de conhecimento e prática gerencial que busca integrar e coordenar todas as atividades ao longo da cadeia de suprimentos com o objetivo de atender às necessidades dos clientes com eficiência e eficácia. A implementação de uma estratégia de SCM efetiva pode

trazer diversos benefícios para as empresas e para a cadeia de suprimentos como um todo.

E essa efetividade visada é possível com um bom gerenciamento de crise, o qual é um processo que as empresas utilizam para lidar com problemas inesperados que possam prejudicar sua imagem ou causar outros tipos de prejuízos. Além disso, faz parte dessas práticas a investigação de riscos e o gerenciamento da crise de forma a minimizar seus impactos (Resultados Digitais, 2015).

Esse tipo de problema costuma acontecer de surpresa, representar uma ameaça para o negócio e exigir uma rápida tomada de decisão. Afim até de evitar decisões erráticas e apressadas, o processo paralelo proposto por esse estudo mitiga os riscos e deixa a empresa preparada e já com um “plano de ação” pronto para esses cenários.

4.1.4 Indicadores (*KPIs*)

Os *KPIs* (*Key Performance Indicators*) são métricas que auxiliam as empresas a mensurar o desempenho de seus processos e a tomar decisões com base em dados. Eles podem ser definidos de acordo com as necessidades específicas de cada empresa e são fundamentais para monitorar o progresso em relação às metas estabelecidas.

O artigo "*Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*", de David Parmenter (2015), destaca que a escolha dos *KPIs* adequados é crucial para o sucesso da empresa e que é necessário um alinhamento claro entre os objetivos estratégicos e as métricas utilizadas.

Outro estudo relevante é "*Performance measurement system design: A literature review and research agenda*" (Design de sistemas de medição de desempenho: uma revisão da literatura e agenda de pesquisa), de Salaheldin Ismail Salaheldin (1995), que apresenta uma revisão da literatura sobre o tema e identifica a importância da escolha adequada dos *KPIs* para a criação de um sistema de medição de desempenho eficaz.

Em resumo, os *KPIs* são importantes ferramentas de gestão para as empresas, pois auxiliam no monitoramento do desempenho em relação às metas estabelecidas, na identificação de áreas de melhoria e na tomada de decisões mais informadas. A escolha dos *KPIs* adequados deve estar alinhada aos objetivos estratégicos da empresa e ser baseada em dados confiáveis e relevantes.

Os *KPIs* da *supply chain* são métricas utilizadas para avaliar o desempenho da cadeia de suprimentos de uma empresa, que é justamente de onde partem os dados necessários para o desenvolvimento e acompanhamento do presente projeto. Eles ajudam a medir a eficiência da cadeia em diferentes áreas, como tempo de entrega, qualidade dos produtos, custos, nível de estoque, entre outros. Os *KPIs* geralmente utilizados no gerenciamento da *supply chain* incluem:

- Tempo de entrega: mede o tempo que leva para um produto ser entregue ao cliente a partir do momento em que o pedido é feito. Este indicador é importante para avaliar a eficiência da logística de transporte e para garantir que os prazos de entrega sejam cumpridos;
- Custo da cadeia de suprimentos: mede os custos envolvidos em todo o processo de cadeia de suprimentos, incluindo produção, armazenagem, transporte e distribuição. Este indicador é importante para avaliar a eficiência dos processos e identificar possíveis áreas de redução de custos;
- Nível de estoque: mede o nível de estoque de produtos na cadeia de suprimentos. Este indicador é importante para garantir que a empresa tenha os produtos certos em estoque para atender às demandas dos clientes sem ter excessos ou faltas de estoque
- Qualidade dos produtos: mede a qualidade dos produtos produzidos e entregues aos clientes. Este indicador é importante para garantir que a qualidade dos produtos atenda às expectativas dos clientes e que a empresa mantenha sua reputação no mercado;
- Satisfação do cliente: mede o nível de satisfação dos clientes em relação aos produtos e serviços da empresa. Este indicador é importante para

garantir que a empresa esteja atendendo às necessidades dos clientes e mantenha sua competitividade no mercado.

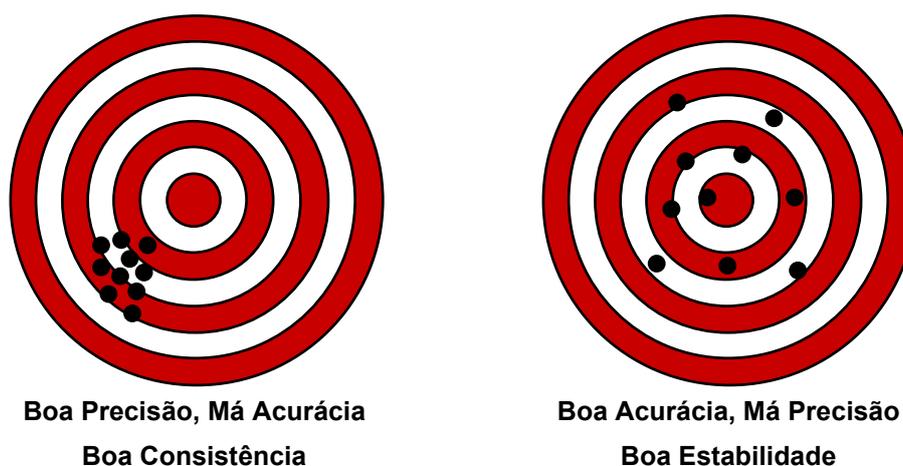
Em resumo, os *KPIs* da *supply chain* são importantes ferramentas de gestão para avaliar o desempenho da cadeia de suprimentos de uma empresa. Eles ajudam a identificar áreas de melhoria, reduzir custos, melhorar a qualidade dos produtos e garantir a satisfação dos clientes, além de nortear as tomadas de decisão da equipe.

4.1.5 Análise do Sistema de Medição (MSA)

MSA (*Measurement System Analysis*), ou Análise do Sistema de Medição, é uma metodologia que visa avaliar a precisão, a estabilidade e a confiabilidade de um sistema de medição. Essa análise é essencial para garantir que os dados levantados e suas fontes sejam confiáveis e consistentes, de forma a obter dados precisos para a tomada de decisões. A precisão e a confiabilidade dos mesmos são essenciais para que os *KPIs* forneçam informações relevantes e precisas para a gestão.

Na Figura 1 abaixo, é possível entender a diferença entre a precisão e a consistência nos dados e medidas tomadas.

Figura 1 – Precisão & Estabilidade.



Fonte: Próprio Autor.

Uma *MSA* bem executada pode identificar vieses sistemáticos, variabilidade excessiva e instabilidade no sistema de medição. Esses problemas podem afetar diretamente a confiabilidade dos dados utilizados nos cálculos dos *KPIs*. Ao analisar o sistema de medição, é possível determinar se os instrumentos estão calibrados corretamente, se os operadores estão treinados adequadamente e se há alguma fonte de erro que pode comprometer a qualidade dos resultados.

Uma pesquisa publicada por Hosseini, R., Vahidi, R., e Izadbakhsh, H. (2013) ressalta a importância da *MSA* na obtenção de dados confiáveis para a gestão por indicadores-chave. Os autores destacam que a *MSA* ajuda a reduzir a variabilidade nos dados, a identificar problemas de precisão e a melhorar a tomada de decisões com base nos *KPIs*.

Portanto, a *MSA* desempenha um papel crucial na garantia da qualidade dos dados utilizados nos *KPIs*. Ela ajuda a identificar problemas e melhorias necessárias no sistema de medição, a fim de unir a precisão com a estabilidade, contribuindo para a confiabilidade dos *KPIs* utilizados para monitorar e avaliar o desempenho do projeto.

4.1.6 *Follow-up*

O *Follow-up* é uma prática essencial na gestão da *supply chain*, pois permite monitorar e acompanhar a evolução dos processos e atividades, desde a produção até a entrega ao cliente final. Essa prática possibilita uma maior visibilidade e controle sobre a cadeia de suprimentos, tornando-a mais eficiente e ágil.

Segundo Chopra e Meindl (2016), o *Follow-up* é uma das principais atividades na gestão da cadeia de suprimentos, pois permite identificar e solucionar possíveis problemas e gargalos ao longo do processo. Além disso, o *Follow-up* possibilita a avaliação de fornecedores e parceiros, garantindo uma melhor gestão de riscos e a seleção de parceiros estratégicos para a empresa.

De acordo com Christopher (2016), o *Follow-up* também permite a adaptação às mudanças e incertezas do mercado, garantindo a flexibilidade

necessária para atender às demandas dos clientes. Por meio do acompanhamento constante dos processos, é possível identificar oportunidades de melhorias e inovações na cadeia de suprimentos, aumentando a competitividade da empresa.

Além disso, contribui para a gestão da qualidade na cadeia de suprimentos, uma vez que possibilita a identificação e correção de possíveis problemas e não conformidades ao longo do processo. Segundo Pires (2008), a gestão da qualidade é fundamental para garantir a satisfação do cliente e a competitividade da empresa no mercado.

Portanto, é possível concluir que o *Follow-up* é uma prática fundamental na gestão da cadeia de suprimentos, pois permite monitorar e acompanhar a evolução dos processos e atividades, identificar oportunidades de melhorias, solucionar problemas e garantir a qualidade e eficiência na cadeia de suprimentos.

4.1.7 SAP (Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistema)

O SAP (*Systemanalyse Programmentwicklung*) é um sistema integrado de gestão empresarial (*ERP*) desenvolvido pela empresa alemã SAP SE. Ele é amplamente utilizado por empresas de diferentes setores para otimizar e automatizar processos de negócios, em todas as áreas da empresa. É o sistema mais utilizado no mundo quando se trata de indústria 4.0.

No contexto do gerenciamento de estoque, o SAP oferece recursos avançados para monitorar e controlar os níveis de estoque, rastrear movimentações, registrar entradas e saídas, calcular demanda futura e definir pontos de reposição. Com base em dados em tempo real e informações precisas, o sistema auxilia na redução de custos relacionados ao estoque, evita faltas ou excessos de produtos e melhora a eficiência operacional.

No âmbito da *supply chain*, o SAP permite o gerenciamento completo do fluxo de materiais, desde a aquisição de matérias-primas até a entrega do produto final aos clientes. Ele possibilita a integração de informações entre diferentes departamentos e parceiros comerciais, facilitando a coordenação de

atividades, o compartilhamento de dados e a tomada de decisões estratégicas em toda a cadeia de suprimentos.

Quanto ao planejamento estratégico, o SAP fornece ferramentas e módulos específicos para auxiliar na definição de metas, alocação de recursos, planejamento de demanda, previsão de vendas, análise de desempenho e monitoramento de *KPIs*. Ele oferece *insights* valiosos para apoiar a tomada de decisões estratégicas, permitindo uma visão abrangente e integrada do negócio.

No contexto da produção, o SAP oferece funcionalidades para planejar e controlar o processo produtivo, programar ordens de produção, gerenciar capacidade e recursos, monitorar o desempenho da produção em tempo real e garantir a qualidade dos produtos. Ele permite a otimização dos fluxos de trabalho, a redução de tempos de espera e a melhoria da eficiência da produção (SAP, 2021).

Em resumo, o SAP desempenha um papel fundamental na gestão da indústria, e é o sistema atuante na empresa que aplicou o presente projeto, portanto todos os dados e informações necessárias para as análises e desenvolvimento do mesmo foram coletados dele. Ele oferece soluções abrangentes e personalizáveis que permitem às empresas melhorar a eficiência operacional, tomar decisões mais informadas e impulsionar o sucesso empresarial.

4.1.8 Power BI

O Power BI é uma ferramenta de análise de dados e visualização desenvolvida pela Microsoft. Ele pode desempenhar um papel crucial no gerenciamento e criação de *dashboards* e painéis de controle para monitorar a produção em uma indústria.

O Power BI permite que as empresas coletem dados de várias fontes, como sistemas *ERP*, planilhas, bancos de dados e outras fontes de dados internas e externas. Esses dados podem ser processados e transformados em *insights* valiosos por meio de recursos de modelagem de dados avançados oferecidos pela ferramenta (Microsoft, 2021).

Ao criar *dashboards* e painéis de controle no Power BI, é possível visualizar dados de produção em tempo real e de maneira interativa. Os gráficos, tabelas, mapas e outros elementos visuais ajudam a identificar tendências, padrões e áreas de melhoria na produção. Com recursos de filtragem e segmentação, os usuários podem explorar os dados em diferentes níveis de detalhe e obter uma visão abrangente do desempenho da produção. Isso promove a transparência e a comunicação efetiva entre membros responsáveis por um processo, pois todos têm acesso às informações atualizadas e relevantes.

4.1.9 Ferramentas *Lean*

A filosofia do *Lean* consiste em uma abordagem técnica para os negócios, com o objetivo de simplificar processos e reduzir desperdícios, visando alcançar maior produtividade. Originada nas montadoras japonesas do período pós-guerra, a filosofia *Lean* gradualmente se disseminou pelo mundo e por diversos segmentos de mercado.

Atualmente, suas ferramentas são amplamente utilizadas em diferentes tipos de negócios para garantir maior qualidade e eficiência nas entregas. Essas técnicas envolvem o planejamento e controle da gestão, baseados na análise de indicadores de desempenho, com o intuito de promover melhorias contínuas na produção.

Ao adotar as ferramentas *Lean*, as empresas conseguem obter maior organização e os gestores têm embasamento adicional para tomar suas decisões.

Aqui, são apresentadas as ferramentas utilizadas no decorrer do projeto e, no próximo capítulo, suas aplicações.

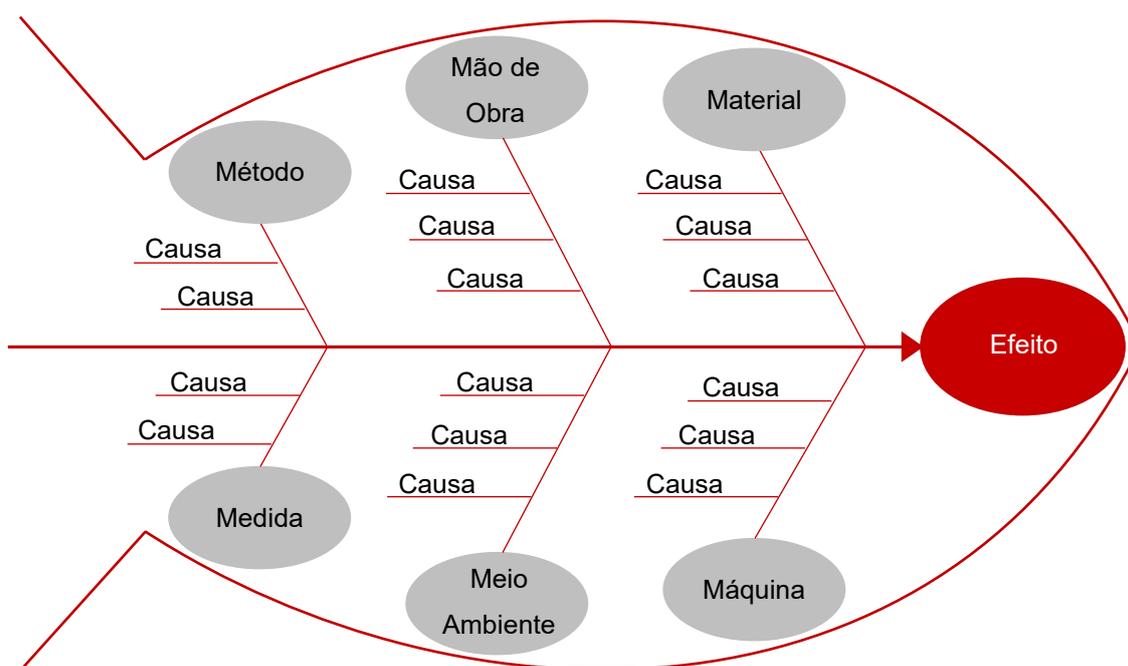
4.1.9.1 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito ou diagrama de espinha de peixe, é uma ferramenta de qualidade utilizada para identificar e visualizar as possíveis causas de um problema.

Esse diagrama recebe o nome de Ishikawa em homenagem ao seu criador, o engenheiro japonês Kaoru Ishikawa. Ele desenvolveu essa ferramenta na década de 1960, como parte das técnicas de melhoria da qualidade utilizadas no Japão.

O Diagrama de Ishikawa é representado por uma seta central que representa o problema ou efeito indesejado. A partir dessa seta, são traçados ramos que representam as principais categorias de causas potenciais relacionadas ao problema. Essas categorias são comumente conhecidas como "6Ms": Mão de obra, Método, Máquina, Material, Medida e Meio ambiente. Abaixo na Figura 2 é possível visualizar um exemplo do Diagrama.

Figura 2 – Exemplo de Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Próprio Autor.

Cada ramo pode ser desdobrado em subcausas mais específicas, formando uma estrutura hierárquica. Essa estrutura ajuda a identificar as

possíveis causas raiz do problema, permitindo que a equipe de solução de problemas analise e investigue cada uma delas.

O Diagrama de Ishikawa é uma ferramenta visual e colaborativa, frequentemente utilizada em reuniões de equipe ou sessões de *brainstorming* (explosão de ideias). Ela ajuda a organizar o pensamento e estimula a participação de diferentes partes interessadas na identificação das causas potenciais.

Através do uso do Diagrama de Ishikawa, é possível identificar as principais causas que contribuem para o problema ou efeito indesejado, direcionando os esforços para a resolução efetiva do mesmo. Isso facilita a tomada de decisões e a implementação de ações corretivas direcionadas às causas raiz identificadas (ISHIKAWA, 1991).

4.1.9.2 Matriz de Riscos

A matriz de riscos, também conhecida como matriz de probabilidade e impacto, é uma ferramenta utilizada na gestão de riscos para avaliar e classificar os riscos identificados em um projeto, processo ou organização. Essa matriz tem como objetivo visualizar e priorizar os riscos com base na probabilidade de ocorrência e no impacto que podem causar.

A probabilidade é a estimativa da chance de o risco ocorrer, enquanto o impacto representa a magnitude das consequências caso o risco se concretize. Essas estimativas são atribuídas arbitrariamente, de acordo com a experiência e vivência das pessoas que a preenchem.

Ao posicionar os riscos na matriz, é possível identificar quais apresentam maior criticidade e exigem uma atenção mais imediata. Os riscos classificados como alto (alta probabilidade e alto impacto) são considerados prioritários e requerem ações de mitigação mais urgentes. Por outro lado, os riscos classificados como baixo (baixa probabilidade e baixo impacto) podem receber menos atenção, mas ainda assim devem ser monitorados.

A matriz de riscos é uma ferramenta visualmente simples e eficaz para auxiliar na comunicação e na tomada de decisões relacionadas aos riscos. Ela

permite que a equipe envolvida no gerenciamento de riscos tenha uma visão clara dos riscos mais relevantes e possa direcionar seus esforços para mitigar ou eliminar essas ameaças. Na Figura 3 abaixo é possível visualizá-la.

Figura 3 – Exemplo de Matriz de Riscos.

Probabilidade / Frequência	Alta			
	Média			
	Baixa			
		Baixo	Médio	Alto
		Impacto / Consequência		

Fonte: Próprio Autor.

4.1.9.3 Capacidade dos Processos e *WIP*

A capacidade de processos e o *WIP* (*Work in Progress*) são conceitos importantes na gestão da produção e no controle de processos e têm sido amplamente estudados e discutidos na literatura sobre operações e gerenciamento de processos. Eles estão relacionados à eficiência e à capacidade de um sistema produtivo.

A capacidade de processos refere-se à habilidade de um processo ou sistema em produzir produtos ou serviços de acordo com uma demanda específica. Essa capacidade está diretamente relacionada à quantidade de unidades que podem ser produzidas em um determinado período de tempo.

Para avaliar a capacidade de processos, é comum utilizar métricas como o tempo de ciclo, que é o tempo necessário para completar uma unidade de produto ou serviço, e a taxa de produção, que indica a quantidade de unidades produzidas em um determinado período de tempo. Essas métricas permitem

identificar possíveis gargalos e planejar a capacidade de forma adequada (JURAN, 1988).

O *WIP* (*Work in Progress*) representa o trabalho em andamento em um determinado momento dentro de um processo ou sistema produtivo. Ele inclui todas as unidades de produto ou serviços que estão em diferentes estágios de produção, desde o início até a conclusão. O *WIP* é um indicador do nível de atividade e do fluxo de trabalho dentro do sistema.

Uma das métricas utilizadas para avaliar o *WIP* é o *lead time*, que é o tempo total necessário para completar um processo desde o início até a entrega final. Um *WIP* excessivo pode aumentar o *lead time*, o que pode impactar negativamente a eficiência e a satisfação do cliente (HOPP e SPEARMAN, 2007).

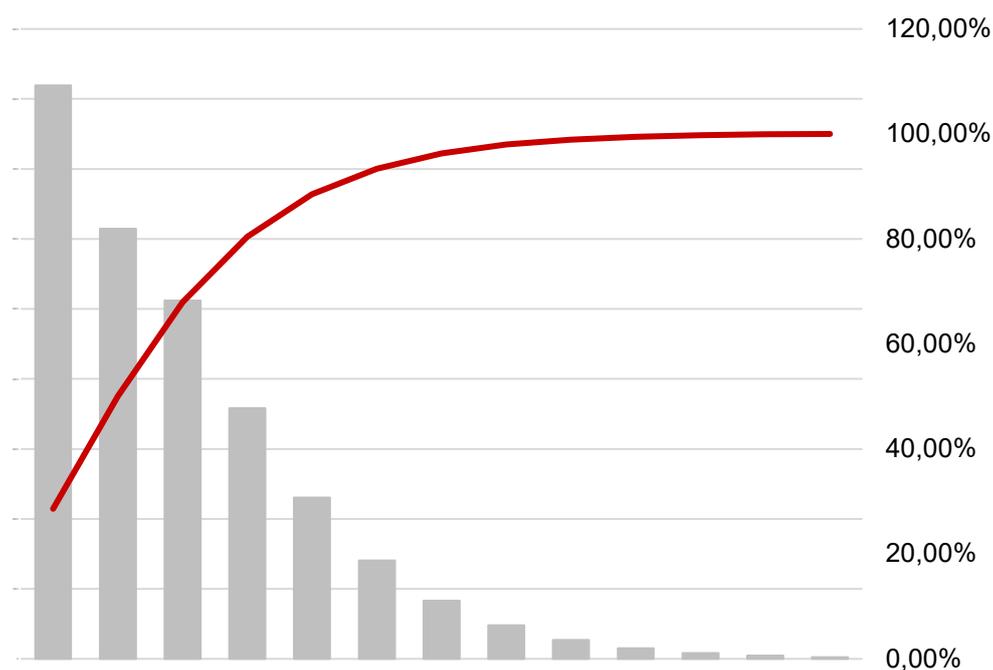
Portanto, a capacidade de processos e o controle do *WIP* são aspectos essenciais na gestão de processos. É importante dimensionar adequadamente a capacidade dos processos para atender à demanda, ao mesmo tempo em que se controla o *WIP* para garantir um fluxo suave de trabalho e evitar gargalos ou atrasos desnecessários.

4.1.9.4 Gráficos de Pareto

O gráfico de Pareto é uma ferramenta de análise que permite identificar e priorizar os principais problemas ou causas que contribuem para um determinado efeito. Ele é baseado no princípio de Pareto, também conhecido como regra 80/20, que sugere que a maioria dos efeitos é causada por um número reduzido de causas.

O gráfico de Pareto é composto por barras verticais em ordem decrescente, representando a frequência ou o impacto de cada problema ou causa, e uma linha acumulativa que mostra a contribuição cumulativa de cada causa. Isso permite visualizar rapidamente quais são os fatores mais significativos, representado na Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de Gráfico de Pareto.



Fonte: Próprio Autor.

A utilização dos gráficos de Pareto é amplamente aplicada em diversos contextos, como na gestão da qualidade, na resolução de problemas, na análise de falhas e na melhoria de processos. Ele auxilia na tomada de decisões estratégicas, direcionando recursos e esforços para as causas mais relevantes, maximizando o impacto das ações corretivas ou preventivas (PYZDEK e KELLER, 2014).

4.2 Metodologia

O método utilizado para este trabalho é o Estudo de Caso, uma vez que se trata de uma análise e relato da implementação do projeto *Lean Six Sigma* em uma empresa multinacional. Este, é uma fortíssima ferramenta para um projeto (ANDRIETTA, 2007). A metodologia Seis Sigma pode ser aplicada de maneira eficaz em todas as atividades de uma empresa, assim como o presente trabalho requer, pois incorporou muitos conceitos de gerenciamento de processos, Controle Estatístico de Processos (CEP), manufatura enxuta,

simulação, benchmarking e planejamento de experimentos. A metodologia Seis Sigma incorpora cinco processos críticos (conhecidos pela sigla *DMAIC*, ou *Define, Measure, Analyze, Improve e Control* – Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar).

Por sigilo contratual, não foi permitido divulgar os gráficos e 100% dos detalhes do decorrer do projeto, porém todos os tópicos, discussões e etapas foram abordados.

4.2.1 Definir

Fase em que se fez a definição do escopo do projeto. É uma etapa crucial para o seu sucesso. O escopo representa o conjunto de atividades, entregas, metas e requisitos que definem o que será realizado e o que estará incluído no projeto. Em outras palavras, o escopo estabelece os limites e o alcance do trabalho a ser executado. No projeto em questão, foram abordados os materiais desde a sua demanda ou sua falta na linha de produção, ou seja, desde a percepção da sua urgência, até a sua entrega no local de consumo. Passando por todo o processo de compra, acompanhamento e distribuição do material visando a máxima eficiência e menor tempo possível até chegar à linha de produção. Na Figura 5 abaixo, é possível visualizar o fluxo em questão.

Figura 5 – Mapeamento do Fluxo do Material.

Fonte: Próprio Autor.

Durante a definição do escopo, é importante identificar e documentar todas as necessidades e expectativas dos *stakeholders* (partes interessadas) envolvidos no projeto. Isso inclui os clientes, usuários, equipe de projeto, patrocinadores e outras partes afetadas ou interessadas no resultado final (*Project Management Institute, 2017*). Aqui, foram realizadas diversas reuniões com os coordenadores e gerentes das áreas de produção e planejamento, uma vez que a execução seria feita pela equipe do planejamento da fábrica e a parte interessada no resultado do projeto (cliente do projeto) é a produção. Bem como outras partes envolvidas no processo, como os setores de compras, logística e fiscal.

A ferramenta utilizada para a definição do escopo foi a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), que consiste em decompor o projeto em pacotes de trabalho menores e mais gerenciáveis. A EAP auxilia na identificação dos principais elementos do escopo, permitindo uma visão clara das entregas e das atividades necessárias para alcançar os objetivos do projeto.

Além disso, é importante estabelecer critérios de exclusão, ou seja, definir o que não está incluído no escopo do projeto, para evitar expectativas irreais ou conflitos durante a execução (*KERZNER, H. e KERZNER, H. R, 2017*). Como

por exemplo o tratamento das causas da falta de material, que não faz parte do escopo do projeto, pois que com os dados levantados para saber quais são os materiais críticos e quando são identificados, é possível perceber a causa de porque se tornaram tão urgentes, porém o projeto não engloba esse mérito e foca somente na agilidade de trazer esse material o quanto antes à fábrica.

A definição do escopo deve ser clara, específica e mensurável, para que todos os envolvidos compreendam o que será entregue ao final do projeto. Ela serve como base para o planejamento, execução e controle das atividades, garantindo que o trabalho realizado esteja alinhado com os objetivos e requisitos definidos. Que fica claro quando que como metas, tem-se o aumento da produção, melhora da qualidade, melhora da previsão de demanda, e todos os derivados da melhoria no atendimento e tempo de entrega dos itens críticos.

Uma vez estabelecido o escopo, é importante que ele seja formalmente documentado e aprovado pelos *stakeholders* relevantes, já anteriormente apontados, para que todos tenham um entendimento comum do que será realizado e quais são as expectativas. Para isso, foi apresentado um *Project Charter*, documento que firma formalmente o acordo entre a equipe que irá executar o projeto, o consultor *Black Belt* e os gestores da empresa.

No decorrer do projeto, qualquer alteração no escopo deve passar por um processo de controle de mudanças, para avaliar seu impacto e garantir que seja adequadamente gerenciada (Project Management Institute, 2017). Que será visto mais adiante que foi sim necessária uma modificação na definição de o que seria considerado um material crítico.

4.2.1.1 Definição das Etapas / Escopo do Projeto

Ainda analisando a **Figura 5**, percebem-se as diversas etapas que englobam o escopo do projeto. Sendo então desde a demanda do material dito como crítico até a sua entrega no local de consumo.

A demanda foi definida, primeiramente, a partir da ata de reunião do setor de produção, que ocorre uma vez na semana. Nela, cada linha apontava quais os materiais que não tinham estoque por algum motivo ou falha qualquer, e os

que viram a necessidade de urgência por mais materiais por estarem acabando e não supririam a produção programada na semana. Foi, então, definido que o ponto de partida para identificar quais seriam os materiais trabalhados pelo projeto seriam esses apontados na reunião. Com isso, seria possível fazer um paralelo com os pedidos feitos a partir dessa identificação e sua chegada com o novo fluxo proposto.

As etapas de *MRP 1*, especificação e *MRP 2* são quando se vê sistemicamente o que de fato precisa ser comprado. Um exemplo hipotético seria uma botoeira, na qual no *MRP 1* define-se que precisa da botoeira de código “Buh12”, a qual conta com algumas características específicas de acordo com o projeto do produto contratado e ainda possui diversos itens padrões para sua montagem. A especificação então aponta quais seriam essas características e passa para o *MRP 2*, que define minuciosamente a quantidade necessária de cada código – aqui, trataremos itens como códigos. – Como por exemplo, 50 parafusos de código “Bol32”, 50 arruelas de código “Was44” e 24 botões de código “But7”.

Passa-se todos esses requerimentos para as pessoas responsáveis de abrir a requisição de compra, e então, para o setor de compras analisar, negociar com os fornecedores e colocar os pedidos com eles.

A partir disso, os responsáveis pelo *Follow-up* têm um papel fundamental no acompanhamento desses pedidos e buscam uma assertividade na data de entrega dos mesmos, monitorando até mesmo a produção nos fornecedores e possíveis terceiros envolvidos no produto deles.

Veza então do setor logístico negociar como virão esses materiais, posteriormente passando para o fiscal conferir e corrigir possíveis erros de faturamento. Ainda com o setor fiscal, faz-se a liberação da carga no sistema e transfere a responsabilidade para a logística interna da fábrica, que faz a armazenagem seguindo todos os protocolos da empresa e, através do Ciclo Kanban, abastece as linhas de produção.

4.2.1.2 Entregas

O projeto buscou entregar um fluxo/processo paralelo de acompanhamento dos materiais críticos ao já existente na fábrica comumente aplicado a todos os materiais, ou seja, sem qualquer distinção ou gerenciamento de urgência.

Novo processo esse que visa um novo caminho de informações e responsabilidades a fim de reduzir o máximo possível a burocracia e consequentemente o tempo de abastecimento dos materiais críticos.

Outros entregáveis do projeto são: os *dashboards*, painéis que permitem a visualização e melhor gerenciamento do fluxo como um todo, mostrando informações da situação dos materiais em cada etapa; canal de transparência, que promove a comunicação rápida e efetiva entre os responsáveis pelo fluxo e serve como ferramenta de gerenciamento de trabalho.

4.2.1.3 Metas

As metas foram bastante simples, primeiramente:

- Definir o ponto de partida de o que seriam os materiais críticos, para servir de base para o projeto e posteriormente padronizar e criar requisitos para defini-los melhor;
- Diminuir o *lead time* de abastecimento desses materiais sem comprometer a integridade dos processos, ou seja, sem criar novos possíveis problemas fiscais ou pontos de falhas humanas de operação;
- Melhora na previsão de demanda desses materiais, uma vez que com todos os dados levantados e analisados, é possível encontrar novos caminhos para não os deixar faltar;
- O aumento da produção também foi considerado como uma meta, tendo em vista que as linhas de produção não ficariam mais paradas pela falta dos materiais quando a previsão de demanda se estabilizasse;
- E por fim, com os dados levantados e analisados, possibilitar um futuro projeto que trate das causas desses materiais terem se tornado críticos.

4.2.1.4 Equipe

Para a implementação mais eficiente do projeto, e seguindo as recomendações do método *Six Sigma*, foi chamado um membro *White Belt* de cada área envolvida para trazer o conhecimento interno e ajudar na coleta e análise de dados da sua área.

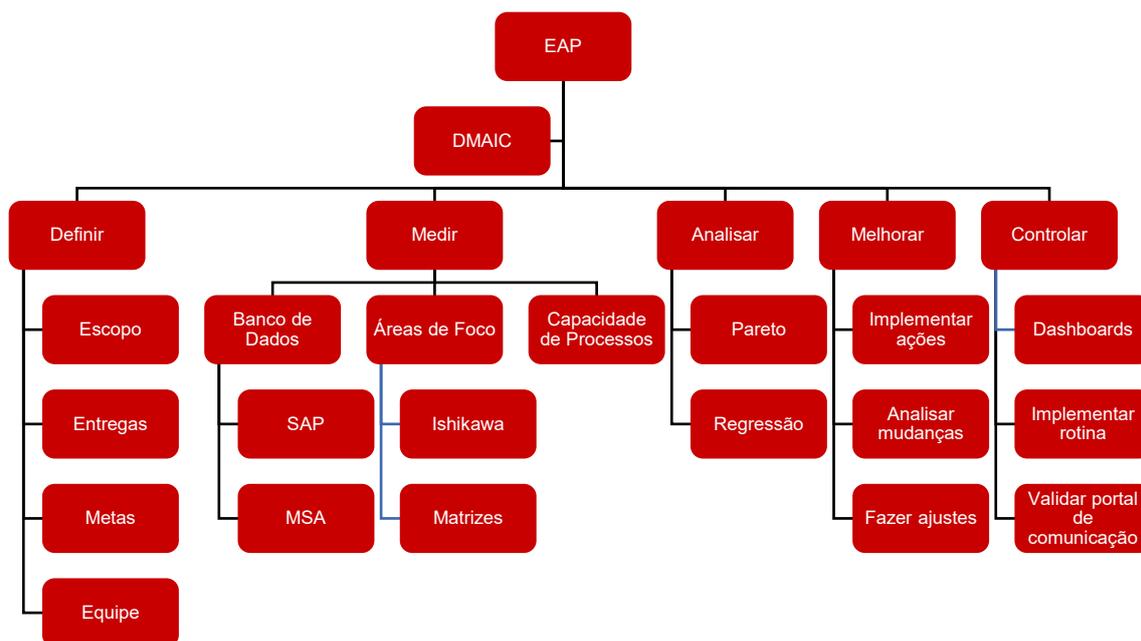
A equipe, portanto, ficou composta por:

- Consultor *Master Black Belt*, que supervisionou o projeto;
- Planejamento x3, sendo dois da área de abastecimento da fábrica, ambos *Green Belts*, e outro do gerenciamento de estoque;
- Qualidade clientes, responsável por um processo de atendimento pós venda de materiais faltantes/perdidos;
- Qualidade fábrica, que faz a gestão da qualidade na planta da fábrica;
- Importação, responsável pelas compras de materiais importados;
- Compras, responsável pelos materiais de fornecedores nacionais;
- Fiscal, que faz os trâmites burocráticos de faturamento e liberação das notas;
- *Follow-up*, responsável pelo acompanhamento dos pedidos com os fornecedores;
- Especificação, que indica os itens necessários de um produto que tenha variações;
- Logística interna, que tem a função de descarregar os caminhões, estocar e abastecer as linhas;
- Produção, membro da linha de produção que traz os problemas e experiências diárias da falta de materiais.

4.2.1.5 EAP

A EAP discutida e aprovada por toda comissão seguiu os passos do *DMAIC*, importante ferramenta para o gerenciamento de projetos. Na Figura 6 é possível observar as subdivisões com os principais elementos do projeto e o foco de trabalho de cada um deles.

Figura 6 – Estrutura do DMAIC.



Fonte: Próprio Autor.

4.2.2 Medir

Nessa etapa de medição foram obtidas informações sobre a situação atual da fábrica, reunindo dados-base e identificando áreas com problemas. Os principais dados coletados e que serviram de base para as tomadas de decisão e definição de metas foram:

- Número de materiais críticos nacionais e importados;
- Tempo em que ficaram faltando;
- Tempo desde o pedido até a chegada desses materiais;
- Tempo em cada uma das etapas do processo de compra/entrega;
- Tempo de linha parada pela falta dos materiais;
- Quantidade de peças atrasadas pela falta dos materiais nas linhas;
- Quantidade de atrasos de entrega aos clientes finais;
- Satisfação dos clientes nesse período;
- Multas contratuais pelos atrasos.

Com isso, foram definidos os *KPIs* que serão medidos e utilizados no projeto. Além da definição dos *KPIs*, uma prática importante é a realização da Análise do Sistema de Medição (*MSA*), que avalia a confiabilidade dos métodos de medição utilizados. Os dados coletados correspondem aos três primeiros meses do ano de 2021.

Outras ferramentas também foram utilizadas nessa etapa, como a matriz de riscos, que elenca os possíveis causadores do problema do processo e os efeitos que podem causar, permitindo uma análise de riscos e ações preventivas (HOSSEINI; VAHIDI e IZADBAKHSI, 2013).

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito ou diagrama de espinha de peixe, utilizado para identificar as possíveis causas de um problema ou defeito, auxiliando na investigação das causas-raiz. Além disso, a análise do *WIP* (*Work in Progress*) e a análise da capacidade de processo também foram realizadas para entender o fluxo de trabalho e a capacidade do processo em atender às demandas e metas estabelecidas (KERZNER, H. e KERZNER, H. R., 2017).

4.2.2.1 MSA Aplicado

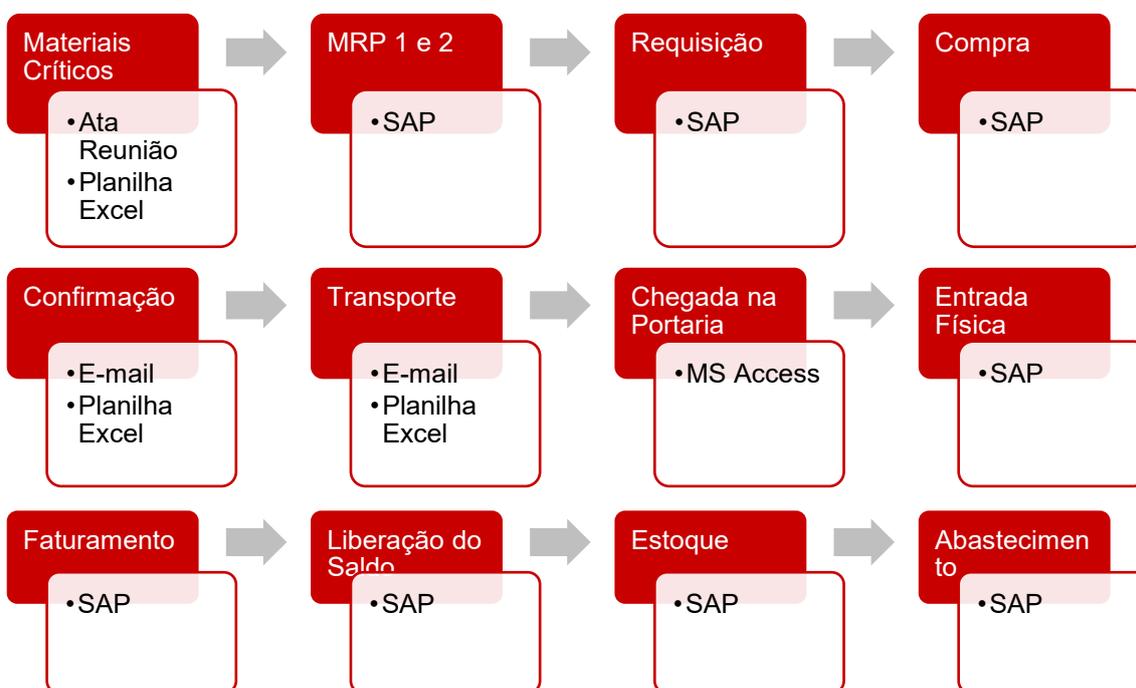
O *MSA* verifica se os sistemas de medição são precisos e consistentes, identificando possíveis fontes de erro e determinando como torná-los mais confiáveis. Isso é essencial para garantir que as medições feitas ao longo do projeto sejam confiáveis e precisas, fornecendo informações importantes sobre o desempenho do processo.

A análise feita buscou ir profundamente de onde vinham os dados e como eles eram coletados e armazenados. Foi constatado que nem todos eles vinham do sistema da empresa – o SAP – como, por exemplo, os próprios materiais críticos, que eram anotados na ata de reunião da produção. Também, as áreas de compras nacionais e internacionais mediam de forma diferente o *OTD* (*KPI* que mede a qualidade e acurácia do fornecedor), cada uma seguindo seu próprio fluxograma.

Esse último, acabava tornando a coleta de dados precisa, porém não consistentes, uma vez que não havia um comum acordo de quais *inputs* seriam contabilizados na hora de calcular as datas de entrega e velocidade dos processos. Foi necessário então padronizar de que fontes seriam coletadas essas informações e em que etapas dos processos seria essa troca de responsabilidade, ou seja, quando já não contabilizariam os materiais como tempo de transporte e sim como tempo com a logística interna ou com o setor fiscal.

O fluxograma definido com suas fontes de dados por etapas é mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Etapas do Fluxo e Fonte de Dados.



Fonte: Próprio Autor.

A questão de recolher as informações de quais materiais são de fato críticos também foi trabalhada, uma vez que os dados nem sempre eram precisos (os presentes na reunião somente comentavam os materiais que tinham anotado durante a semana e lembravam na hora) e também não eram consistentes, ou seja, a quantidade de informações era muito grande e nada confiável.

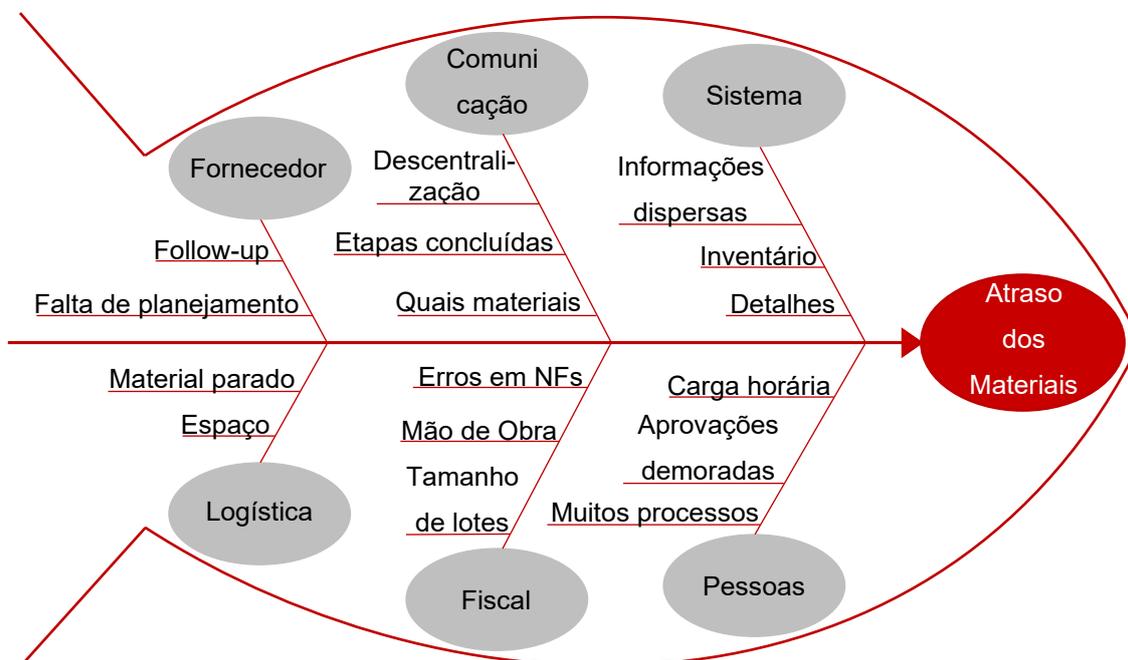
As medidas tomadas e ações do projeto são comentadas da etapa de análise do *DMAIC*.

4.2.2.2 Diagrama de Ishikawa Aplicado

A ferramenta do Diagrama de Ishikawa foi utilizada para identificar e visualizar as possíveis causas do atraso de materiais no fluxo já existente. Como é uma ferramenta muito poderosa, porém simples de se trabalhar, permite adaptações de acordo com o tema tratado e o problema a ser resolvido.

No caso no projeto atual, no lugar dos 6Ms geralmente usados, as principais categorias mais bem encaixadas foram: Fornecedor; Fiscal; Logística; Sistema; Comunicação; e Pessoas. Na Figura 8 observa-se o Diagrama do projeto, com as principais causas de cada categoria.

Figura 8 – Diagrama de Ishikawa dos Materiais.



Fonte: Próprio Autor.

Para a questão dos fornecedores, as principais causas identificadas foram o *Follow-up* e a falta de planejamento nos pedidos. O primeiro, devido à grande quantidade de pedidos em carteira e as informações vindas por e-mail, como já identificado antes. E também a grande reclamação por parte dos fornecedores é justamente o que é a causa raiz de qualquer falta de material nas fábricas, o planejamento dos materiais. Porém, como o presente projeto tem como objetivo essa remediação, ou seja, tornar o processo de chegada deles mais rápido, não entra no escopo do mesmo esse replanejamento e nem os planos para tal.

Quanto à comunicação, a grande questão é a descentralização de informações, uma vez que com a desordem e paralização das linhas de produção, muitas pessoas apontam o mesmo material como faltante, ou muitas vão atrás de quem está responsável pelo pedido fazer pressão, na tentativa de trazer esses materiais mais rápido. Também, como o fluxo da *supply chain* tem diversos passos e etapas a serem concluídas, um processo pode demorar muito a acontecer desde que o anterior se concluiu. Por exemplo, da requisição de compra quando aberta até a aprovação do gerente e a compra efetiva com o fornecedor, há reporte de casos com mais de 5 dias.

Um ponto extremamente importante e bastante apontado na categoria de sistema, é que o saldo dos materiais apontado nele quase nunca estava correto, ou seja, uma falha constante no inventário da empresa. Além de não ter uma coesão do sistema com o fluxo da *supply chain*, uma vez que não é possível ter uma visão detalhada de o que está acontecendo com o pedido, somente em que etapa do fluxo ele está e ainda com essas informações descentralizadas.

Para a logística (interna), observou-se que o espaço de descarga e armazenamento pré-estoque era bastante limitado, ocasionando acúmulo de *pallets* e dificuldade dos operadores trabalharem eficientemente. Isso gerava também bastante material parado e até “perdido” no meio de tantos outros.

E grande parte desses materiais parados no pátio era ocasionada por problemas fiscais, dos mais diversos tipos. Grande parcela deles foi apontada como sendo de erros na emissão da nota fiscal por parte dos fornecedores, o que não permitia a entrada desses materiais no sistema e conseqüentemente o armazenamento e consumo deles. Também, a enormidade de notas chegando

e saindo todos os dias da fábrica acabava por sobrecarregar o setor fiscal, que por diversos dias precisava fazer hora extra para dar fluidez e não deixar um gargalo no processo.

E por fim, na categoria de pessoas, além da já mencionada carga horária do setor fiscal, diversos outros setores também apontaram uma jornada de trabalho exaustiva. Outro ponto comentado foi a demora na aprovação dos pedidos por parte dos cargos mais altos, que também acabava gerando um atraso em um processo relativamente simples.

4.2.2.3 Matriz de Riscos Aplicada

A matriz de riscos aplicada ao projeto, buscou elencar as causas levantadas pelo Diagrama de Ishikawa pela frequência de cada uma *versus* o seu impacto no *lead time* de abastecimento da *supply chain*. A fim de otimizar a visualização das relações, as causas serão identificadas como números na Figura 9, como segue: 1. *Follow-up*; 2. Descentralização de informações; 3. Inventário; 4. Detalhamento; 5. Material parado; 6. Espaço; 7. Erros em NFs; 8. Carga horária; 9. Muitos processos.

Figura 9 – Matriz de Riscos do Processo.

Probabilidade / Frequência	Alta	9	5	3
	Média	1	6	7
	Baixa	4	2	8
		Baixo	Médio	Alto
		Impacto / Consequência		

Fonte: Próprio Autor.

Pela matriz montada, observa-se que o fator mais crítico é a falta de acuracidade do inventário, que acaba ocasionando a falsa confiança de que não faltariam certos materiais, porém na hora de utilizá-los na linha de produção percebe-se a sua ausência. As possíveis causas desse erro não competem ao escopo desse projeto, porém espera-se que com as medidas tomadas haja uma diminuição do mesmo.

Os outros dois principais riscos apontados têm correlação um com o outro, sendo os erros de nota fiscal e os materiais parados na recepção ou estoque. Uma vez que há uma demora para resolver os problemas fiscais na entrada dos pedidos, uma carga inteira pode ficar aguardando essa resolução e ocupando espaço na baia de descarga, e muitas vezes misturando os materiais críticos com os demais pedidos da fábrica e assim perdendo os prazos e senso de urgência pertinente a eles.

Das demais causas elencadas, no contexto da aplicação de um novo fluxo de abastecimento para os materiais críticos, a quantidade de etapas a serem cumpridas tem um grande impacto no *lead time* total, que conforme já mencionado, pode demorar alguns dias desde a finalização de uma até o início da outra.

4.2.2.4 Capacidade dos Processos e *WIP*

Nessa fase do projeto, buscou-se medir o quanto de fato estava sendo atendido dos materiais apontados como críticos e por quanto tempo cada um deles permanecia sem saldo desde esse apontamento, e qual era o *lead time* dos pedidos desses materiais em relação com os demais pedidos da fábrica.

Assim, foi possível estabelecer um bom parâmetro para as metas e avaliar se seria possível alcançá-las com o novo fluxo do projeto.

4.2.3 Analisar

Na etapa de análise, buscou-se determinar as causas dos problemas identificados no fluxo dos materiais apontados na medição e entender o que

poderia estar causando atrasos ou discrepâncias em determinadas etapas ou áreas desse processo. O objetivo desse passo é analisar o sistema como um todo e identificar caminhos para mitigar as causas raiz dos problemas, de forma a aproximar o desempenho atual da meta desejada (PYZDEK e KELLER, 2014).

Para realizar essa análise, foram coletados dados das fontes definidas anteriormente. Esses dados foram então categorizados e estudados em relação às suas tendências históricas, buscando identificar padrões e relacionamentos.

Diversas ferramentas estatísticas podem ser utilizadas nessa etapa, porém a mais pertinente e que foi aplicada no presente projeto é a de Gráficos de Pareto. E para fins de comparação, foi feito um *benchmarking* com o processo da qualidade de pós-venda para os clientes.

Essas ferramentas e técnicas estatísticas permitiram identificar fontes de variação compreender os padrões e relações que podem estar afetando o desempenho do processo. Com base nessa análise, foi então possível tomar decisões embasadas e propor melhorias e ações corretivas visando reduzir ou eliminar os problemas identificados, implementadas na próxima etapa do *DMAIC*.

Vale salientar que os dados e gráficos mostrados são somente uma representação dos reais, que por motivos contratuais não são permitidos *prints* nem cópias dos originais.

4.2.3.1 Benchmarking

Benchmarking é uma prática essencial para as organizações que desejam alcançar a excelência e aprimorar seu desempenho. É um processo sistemático de busca e comparação das melhores práticas, processos e resultados de outras empresas ou setores.

No caso atual, foi estabelecido como comparação o fluxo de atendimento do setor da qualidade de pós-venda, quando os produtos já em instalação nos clientes apresentavam algum defeito ou peça faltante. De modo que o atendimento e reposição dessas partes deve ser quase imediato. E como se trata de uma empresa que atende os clientes com projetos individuais, grande parte

dessas reposições dependem de peças compradas e produzidas especificamente, se encaixando perfeitamente no propósito do trabalho.

Na Figura 10 é possível visualizar, através do gráfico de Pareto, o desempenho do processo a se comparar com o atual fluxo de abastecimento geral da fábrica.

Figura 10 – Benchmark da Qualidade Clientes.

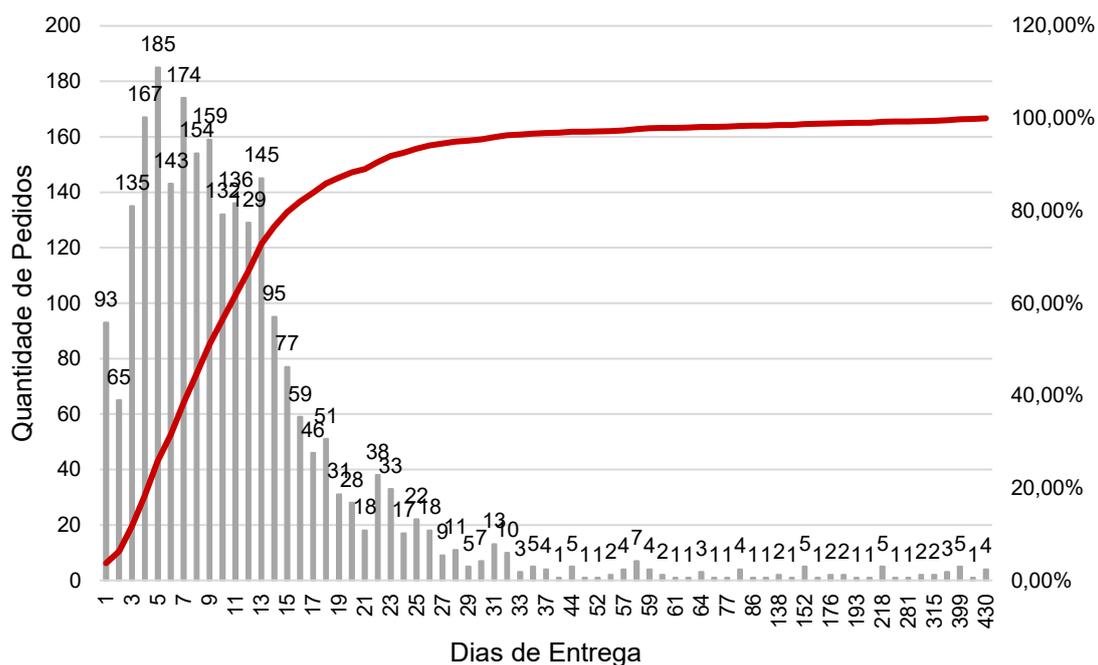
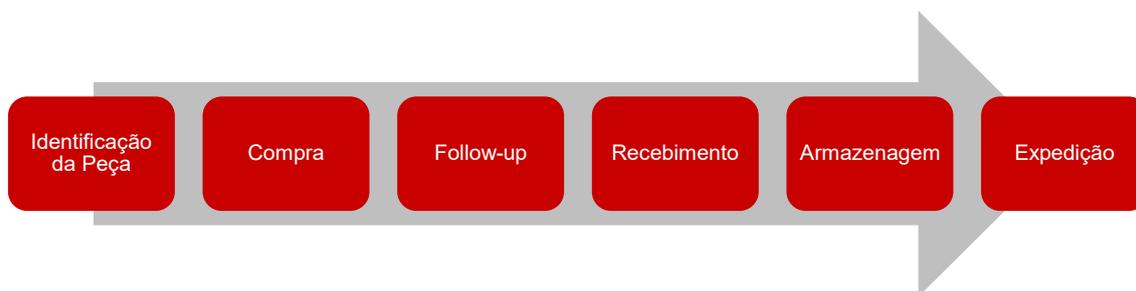


Figura 11 – Fluxo de Atendimento Qualidade Clientes.

Fonte: Próprio Autor.

Por se tratar de um atendimento direto ao cliente final, esse fluxo não passa pelos setores convencionais da empresa, ou seja, não depende dos planejistas da fábrica ou dos compradores. A própria pessoa que faz a análise do material que precisa ser entregue tem autonomia para colocar o pedido de compra com o fornecedor, sem precisar de antes abrir uma requisição e passar para outro setor, nem mesmo da aprovação dos gestores (salvos valores muito grandes).

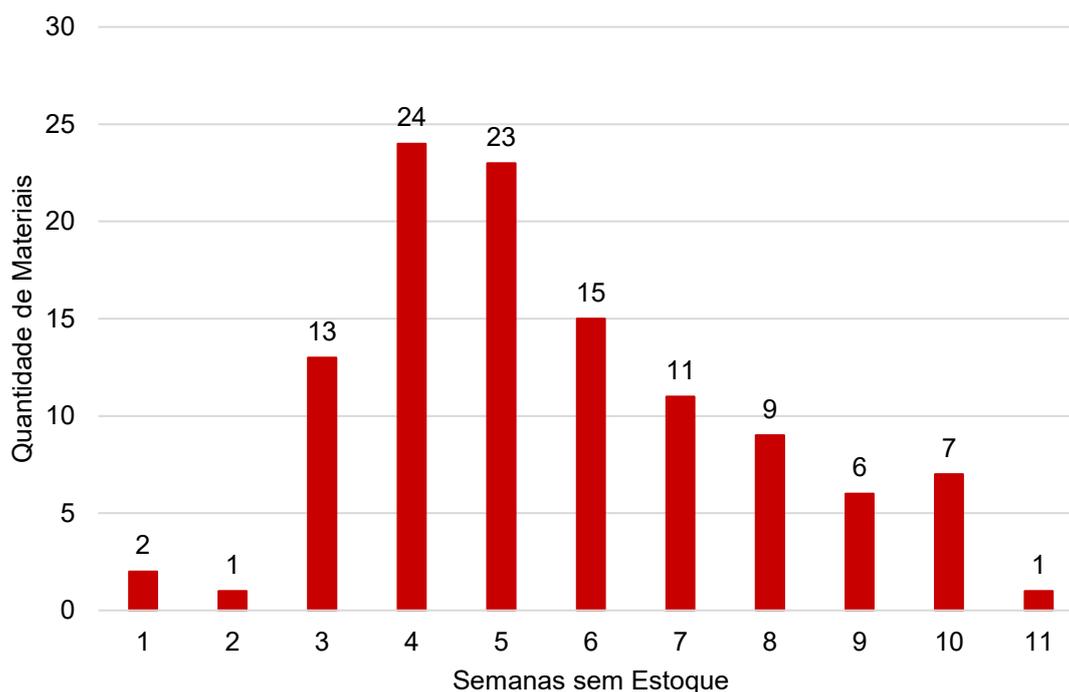
Como diferença também, há uma identificação própria nos pedidos de compra, com outra numeração no sistema da empresa. O processo de recebimento também é diferente, com um espaço exclusivo para a descarga e expedição dos materiais.

4.2.3.2 Análise de Gráficos e Tabelas

Neste capítulo, serão mostrados os gráficos e tabelas levantados e suas análises, direcionando as ações tomadas na próxima etapa para uma melhor eficiência se aproximar mais das metas estabelecidas.

Primeiramente, foram levantados todos os materiais citados como faltantes dentre os meses de janeiro e março de 2021, então elaborada uma tabela em que toda semana é mostrado se havia ou não saldo desses materiais na fábrica. Desta, foi construído um gráfico com a quantidade de materiais faltantes e por quantas semanas, mostrado na Figura 12.

Figura 12 – Materiais x Semanas sem Estoque.



Fonte: Próprio Autor.

A partir dele, observou-se que a maior concentração de materiais estava entre 4 e 5 semanas, representando 42% do total. Os materiais com os maiores atrasos, eram em sua grande maioria importados, ou seja, recaíram sobre a crise da China e de transporte mundial, enquanto dos 42% mencionados, 68% eram de origem nacional. Com as análises voltadas pra esse grupo e as mudanças a partir delas, é possível melhorar o fluxo interno de abastecimento de fato.

Portanto, com os dados desses 32 materiais dentre as semanas 4 e 5, foi feita a medição do *lead time* de cada uma das etapas, como já mencionado descrito na fase medir. A seguir, na Tabela 1 – **Lead Time Médio de Cada Etapa (dias)**., são dispostos os tempos médios anotados para esses produtos:

Tabela 1 – Lead Time Médio de Cada Etapa (dias).

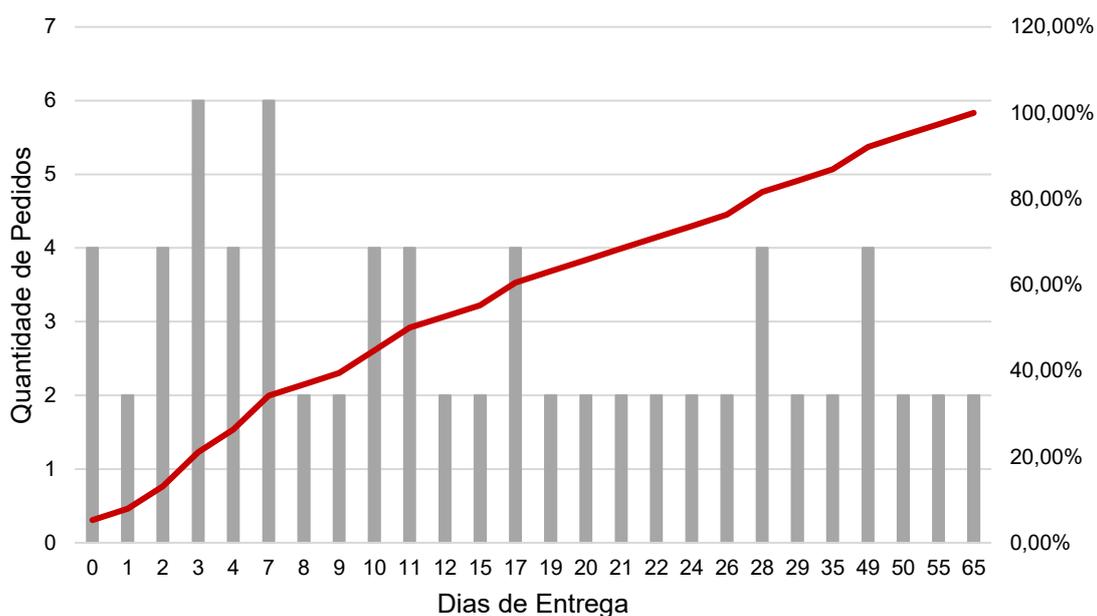
Etapa	Identificação	MRPs	Requisição	Aprovação	Compra	Fornecedor
Média	1,00	3,18	2,16	3,08	2,29	17,97
Etapa	Transporte	Chegada na Portaria	Entrada Física	Faturamento	Estocagem	Abastecimento
Média	2,79	0,47	0,47	2,76	0,42	0,47

Fonte: Próprio Autor.

Da identificação, foi contado um dia justamente por ser um processo manual, onde os colaboradores da linha anotavam, mesmo que em pedaços de papel, os materiais que não tinham saldo pra somente depois passar aos responsáveis. Para a chegada na portaria, foi pedido para os caminhoneiros indicarem a hora em que chegavam na fila para entrar na portaria, e então calculado o tempo de espera deles. O tempo total médio contabilizou 36 dias e dois turnos.

Dos 32 materiais analisados, somaram-se 76 pedidos feitos, e a distribuição deles de acordo com o tempo de entrega é mostrada pelo Gráfico de Pareto abaixo, na Figura 13.

Figura 13 – Gráfico de Pareto dos Pedidos Críticos.



Fonte: Próprio Autor.

Dele, percebe-se que praticamente 50% dos pedidos são entregues após duas semanas (55,26%), o que contribui para a média de entregas de 17,97 dias. Com o novo fluxo e o processo dos materiais críticos correndo em paralelo com

o fluxo normal de abastecimento, mais as ações tomadas na próxima etapa, a expectativa era de abaixar esse número.

4.2.4 Melhorar

Esta fase consistiu em avaliar e implementar soluções para os problemas identificados durante a etapa preliminar. Foram então feitas modificações de processos, a introdução de novas tecnologias, a redefinição de procedimentos e outras ações que visaram eliminar ou reduzir as causas identificadas anteriormente.

Como primeira ação tomada, e com base no setor da qualidade clientes, o fluxo de compra foi reestruturado, passando a ser o próprio planejista que terminou o *MRP* abrir a requisição de compra. E essa, por sua vez, não necessitaria mais da aprovação dos gerentes (todas essas mudanças são suportadas pelos *sponsors* e diretoria da empresa), também salvos valores muito altos. Próxima etapa já passa a ser do comprador, que tem todos os contratos com os fornecedores e não passaria mais a negociar um preço melhor, somente fechando o que já está pré estabelecido.

Quanto ao que compete aos fornecedores, passou a ser obrigatório a emissão de uma nota fiscal separada dos demais materiais, mesmo que viessem na mesma carga, e a identificação na portaria por parte dos motoristas destas notas. A portaria, por sua vez, dando prioridade para esses caminhões. Ainda de competência dos fornecedores, pede-se o envio da nota fiscal eletrônica por e-mail para o responsável pelo processo dos materiais críticos (este, será comentado posteriormente) para que haja a pré conferência da mesma e rápida tomada de ação caso tenha algum erro.

Para o procedimento de recebimento e descarga dos materiais, não foi possível definir um espaço separado para todos, pela falta de estrutura do pátio. Então, a medida tomada foi com elementos visuais, identificando os lotes desses materiais críticos com cones de cores chamativas, como se pode observar na Figura 14.

Figura 14 – Sinalizações no Recebimento de Cargas.



Fonte: (oHub, 2020).

A expectativa era implementar também uma movimentação no sistema em que essas cargas fossem direto para a linha, sem precisar passar pelo almoxarifado da empresa, eliminando a etapa do armazenamento e posterior abastecimento. Para fazer o *input* dos materiais críticos, em todos os computadores nos terminais das linhas de produção foi compartilhada uma planilha capaz de notificar o *owner* do processo imediatamente sobre a falta do material, e já entrar no novo fluxo.

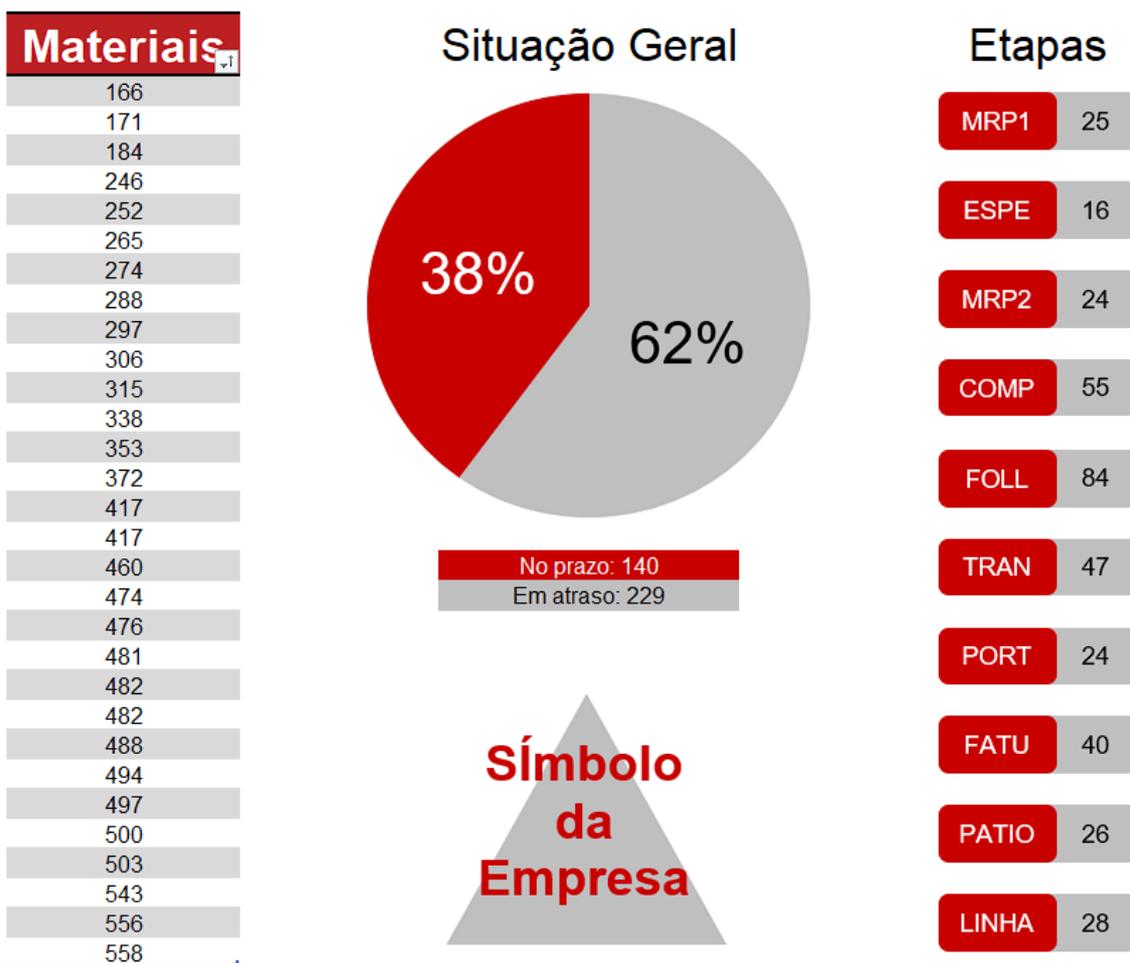
Também durante a implementação dessas soluções, teve-se de acompanhar e medir o impacto das mudanças realizadas. Isso envolve o monitoramento dos *KPIs*, que permite identificar possíveis áreas-chave que exigem foco adicional e ajuda a determinar se as melhorias implementadas estão trazendo os resultados esperados (PARMENTER, 2015).

Com isso, foram feitas de novo as análises estatísticas dos *KPIs*, comparando com as anteriores, etapa fundamental para avaliar a eficácia das soluções implementadas, fornecendo dados objetivos sobre o desempenho do processo após as mudanças.

Portanto, no início dessa fase, já com as mudanças realizadas, tomou-se nota da então atual situação, mostrada na Figura 15.

Figura 15 – Início da Etapa Melhorar.

CONTROLE DE MATERIAIS CRÍTICOS



Fonte: Próprio Autor.

A imagem representa a tela inicial do *dashboard* desenvolvido, em que mostra a situação de 236 materiais críticos, sendo 120 das etapas de *MRP1* à de compras, e 116 do *Follow-up* à entrega deles nas linhas de produção. No total são 369 processos em acompanhamento, sendo os 120 ainda só com a identificação do material e 249 em pedidos. Destes, 62% estão em atraso de acordo com os tempos definidos como ideias para cada processo. Esses tempos são dispostos na Tabela 2 abaixo; todas as medidas em dias corridos:

Tabela 2 – Tempos Objetivo de Cada Etapa (dias).

Etapa	MRP1	ESPECIF.	MRP2	COMPRA	FOLLOW
Objetivo	0,50	0,50	0,50	1,00	7,00
Etapa	TRANSP	PORTARIA	FATUR.	PATIO	LINHA
Objetivo	2,00	0,50	0,50	0,50	0,00

Fonte: Próprio Autor.

Com isso, esses processos foram acompanhados também durante três meses, a fim de fazer uma comparação com os tempos medidos antes das ações. Os resultados e números após o tempo determinado serão mostrados no capítulo de resultados do presente trabalho.

4.2.5 Controlar

No último processo do *DMAIC*, conhecido como "Controlar", é realizada a monitoração dos resultados obtidos após a implementação das melhorias (KLEFSJO, 2001). Nessa fase, foram estabelecidos meios que garantam a sustentabilidade dos resultados alcançados, por meio do uso de ferramentas como *dashboards* e gráficos para acompanhar o desempenho dos materiais e *KPIs*. A página inicial do *dashboard* já foi mostrada na Figura 15, as demais dão mais detalhes sobre os pedidos e materiais de cada etapa, como mostrado nas Figuras Figura 16 e Figura 17 a seguir.

Figura 16 – Desempenho das Etapas.

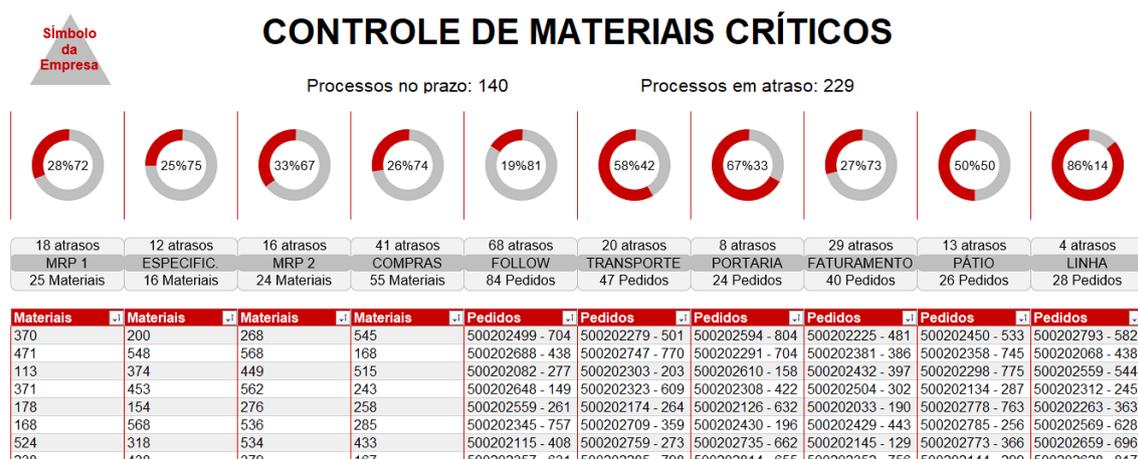


Figura 17 – Processo de Follow-up Detalhado.



Fonte: Próprio Autor.

A partir deles, é fundamental estabelecer um Plano de Controle. Este, consiste na implementação de medidas para garantir que os resultados obtidos não sejam perdidos e que o fluxo do processo continue funcionando de maneira eficiente. Esse plano define os deveres e responsabilidades de cada pessoa envolvida, estabelecendo diretrizes claras para manter o desempenho alcançado (KLEFSJO, 2001).

Para tal, ficou determinado que o processo dos materiais críticos teria um *owner*, dedicado 100% ao fluxo, com uma rotina de monitoramento e avaliação contínua a fim de identificar eventuais desvios e agir proativamente para corrigi-los. O uso dos *dashboards* e execução do plano de controle permitiu acompanhar os *KPIs* de forma visual e em tempo real, facilitando a identificação

de desvios ou variações indesejadas, o que possibilita tomar ações corretivas imediatas, caso necessário, e manter o controle sobre o processo.

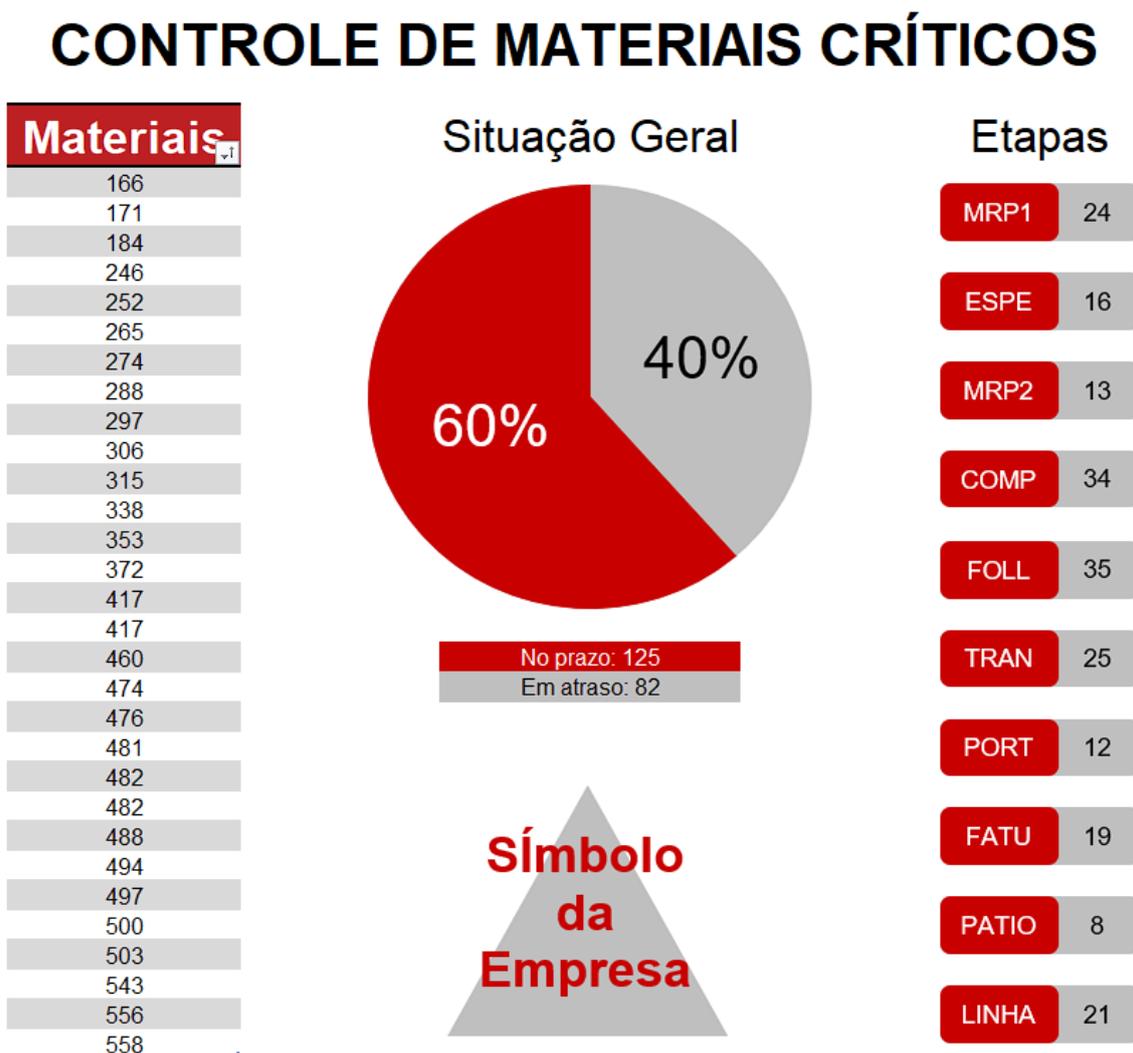
Para cada área envolvida ficou determinado um *focal point*. Esses ficaram responsáveis pela execução das atividades competentes à sua área dentro do fluxo, sendo eles também os acionados pelo *owner* caso necessário. Esses *focal points* foram justamente os membros do projeto alocados cada um em sua área.

4.3 Resultados e Discussões

Nesta seção, os resultados são organizados e interpretados de forma a responder às questões das metas estabelecidas no trabalho e serão discutidos os impactos das análises realizadas e respostas embasadas e consistentes para os objetivos propostos.

De primeira mão, já é possível observar na Figura 18 uma diminuição dos processos – materiais e pedidos – no fluxo, o que demonstra uma clara resposta de diminuição de tempo total de abastecimento, uma vez que quanto mais rápido os materiais chegam na fábrica, menos são indicados como faltantes, assim diminuindo os inputs no fluxo.

Figura 18 – Dashboard Pós Mudanças no Processo.

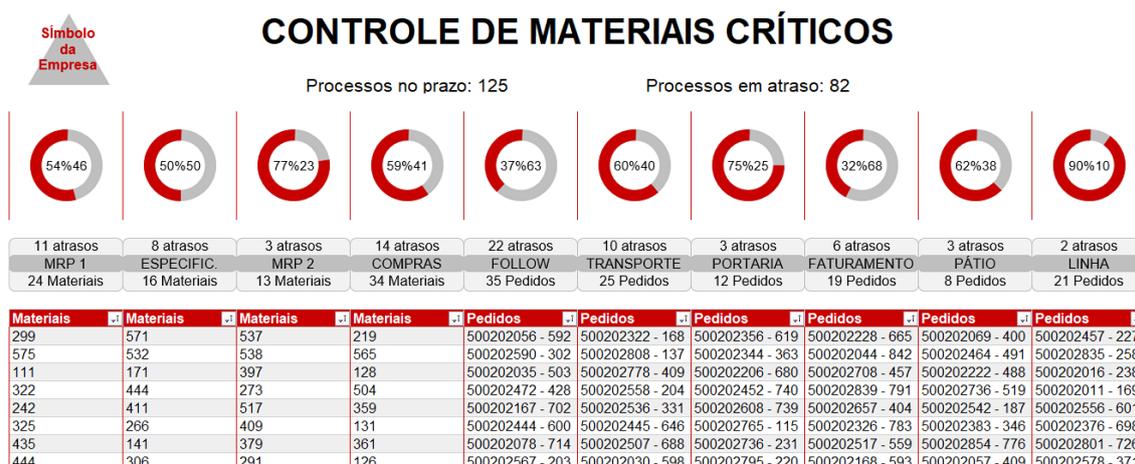


Fonte: Próprio Autor.

Ainda por essa imagem, nota-se que a porcentagem dos atrasos passou a ser menos da metade dos processos, indicando uma evidente melhora no tempo de resposta dos responsáveis por cada etapa e eficiência nas mudanças do fluxo.

Abaixo na Figura 19 é mostrada a página geral das etapas, também demonstrando uma diminuição nas porcentagens de atraso delas.

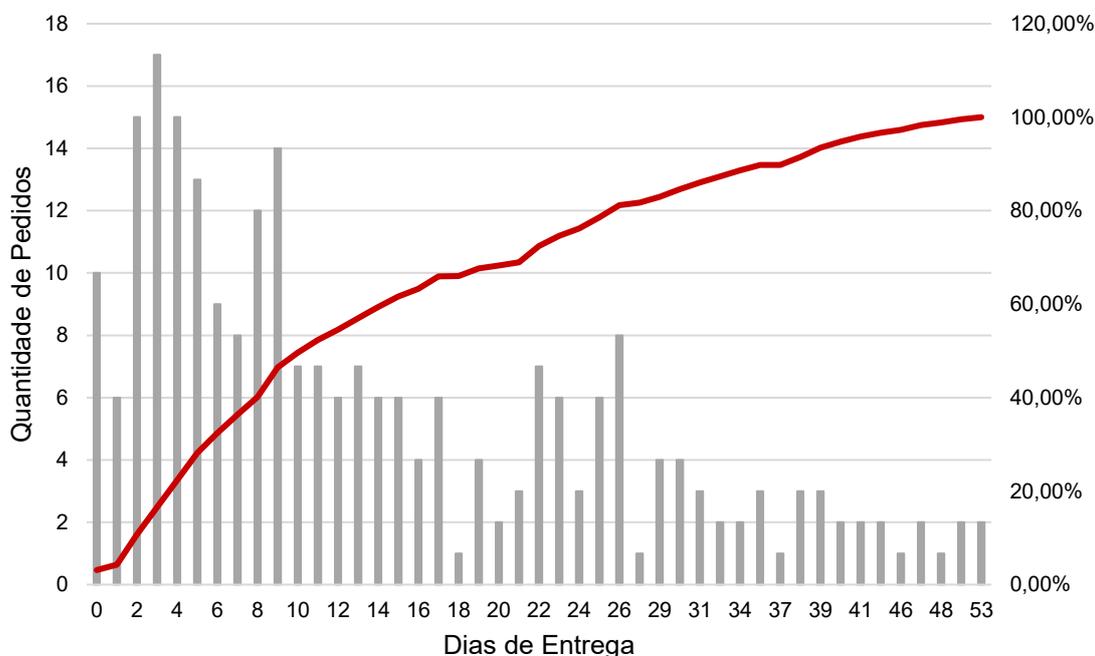
Figura 19 – Desempenho das Etapas Pós Mudanças no Processo.



Fonte: Próprio Autor.

Para os pedidos com os fornecedores, a porcentagem de pedidos entregues depois de duas semanas passou a ser de 61,6%, e com um terço deles dentro dos 7 dias estabelecidos como objetivo, como se observa na Figura 20.

Figura 20 – Pareto dos Pedidos Pós Mudanças no Processo.



Fonte: Próprio Autor.

Quanto às médias de lead time de cada etapa, também houve uma clara evolução, e em todas elas. Nas Tabelas Tabela 3 – Lead Time Médio de Cada Etapa Pós Mudanças no Processo (dias). e Tabela 4 é possível visualizar os números obtidos.

Tabela 3 – Lead Time Médio de Cada Etapa Pós Mudanças no Processo (dias).

Etapa	MRP1	ESPECIF.	MRP2	COMPRA	FOLLOW
Média	0,69	0,52	0,40	1,25	14,64
Etapa	TRANSP	PORTARIA	FATUR.	PATIO	LINHA
Média	2,42	0,43	1,28	0,72	0,19

Tabela 4 – Antes e Depois dos Lead Times Médios (dias).



Fonte: Próprio Autor.

Como resultado final do *lead time*, foi obtida uma média de 22 dias e meio para o abastecimento das linhas de produção, desde o *input* do material no sistema até a entrega do mesmo na linha, eu seja, uma redução de 39% no tempo de espera pelos materiais.

5 CONCLUSÃO

A problemática abordada neste trabalho se deu com o agravante da falta de materiais nas linhas de produção da indústria, de modo que se buscaram embasamentos teóricos e práticos de como aplicar um projeto a fim de minimizar os impactos gerados por essa falta.

Foi entendido que metodologia de aplicação *DMAIC* para esse projeto se encaixou com o escopo estabelecido, visto o tamanho do time e o cronograma de aplicação. A partir disso, foram exploradas as implicações práticas de aplicação do método e de suas ferramentas de análise.

Com os resultados obtidos, a análise é de que tanto o método de aplicação escolhido, os *KPIs* estabelecidos e a amostra de pedidos analisada foram satisfatórios de acordo com as metas do projeto.

As ferramentas de análise utilizadas também corresponderam positivamente para guiar as ações de forma a aproximar a atual situação da fábrica com os objetivos da aplicação do projeto.

Já para os dados de satisfação dos clientes e multas por atrasos, o período de análise não foi suficiente para chegar a uma conclusão correta, portanto, ao fim do projeto, foram consideradas nulas essas contribuições.

Por fim, todo o projeto e o novo fluxo foram apresentados para a direção da empresa, que afirmou ter sido um sucesso e que incorporaria todo esse novo sistema para a *supply chain* dos itens com extrema urgência.

REFERÊNCIAS

ANDRIETTA, João Marcos. **Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras**. SciELO, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 1, set./2007.

BUENO, Sinara. Veja os produtos Importados da China para o Brasil. **FazComex**, 2023. Disponível em: <<https://www.fazcomex.com.br/comex/produtos-importados-da-china-para-o-brasil/>>. Acesso em: 30 de mar. de 2023.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply chain management: strategy, planning, and operation**. Pearson Education, 2016.

CHRISTOPHER, M. **Logistics & supply chain management**. Pearson Education, 2016.

COOPER, M. C.; LAMBERT, D. M.; PAGH, J. D. **Supply chain management: more than a new name for logistics**. *The International Journal of Logistics Management*, v. 8, n. 1, p. 1-14, 1997.

EFFORTECH. **Entenda a crise mundial de semicondutores**. Disponível em: <<https://effortech.com.br/blog/entenda-a-crise-mundial-de-semicondutores/>>. Acesso em: 30 de mar. de 2023.

FAWCETT, S. E. et al. **Supply chain management: from vision to implementation**. Pearson Prentice Hall, 2007.

FRANKLINCOVEY. **Qual a importância dos KPIs para sua equipe?** Disponível em: <<https://franklincovey.com.br/blog/kpis-de-equipe/>>. Acesso em: 09 de mar. De 2023.

HANDFIELD, R. B.; NICHOLS JR, E. L. **Introduction to supply chain management**. Pearson Prentice Hall, 1999.

HOPP, Wallace J. e SPEARMAN, Mark L. **Factory Physics**. McGraw-Hill, 3. ed., 2007.

HOSSEINI, R., VAHIDI, R., & IZADBAKHS, H. **Measurement system analysis in performance measurement using key performance indicators**. *International Journal of Business and Management*, 8(12), 1-10, 2013.

ISHIKAWA, Kaoru. **Introduction to Quality Control**. Springer, 1991.

JURAN, Joseph M. **Quality Control Handbook**. McGraw-Hill, 3. ed., 1988.

KERZNER, H., & KERZNER, H. R. **Gestão de projetos: as melhores práticas**. Bookman. Porto Alegre, 2017.

KHAN ACADEMY. **Mudanças no equilíbrio preço e quantidade: o processo de quatro etapas**. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/economics-finance-domain/microeconomics/supply-demand-equilibrium/market-equilibrium-tutorial/a/changes-in-equilibrium-price-and-quantity-the-four-step-process-cnx>>. Acesso em: 09 de mar. de 2023.

KLEFSJO, B. **The six sigma way: how GE, Motorola, and other top companies are honing their performance**. *Quality Progress*, 34(11), 37, 2001.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. **Issues in supply chain management**. *Industrial marketing management*, v. 29, n. 1, p. 65-83, 2000.

LOPES, Angelo Melchior. **Controle do Fluxo de Materiais e Pedidos Críticos na Indústria**. Londrina, 2022.

MENTZER, J. T. et al. **Defining supply chain management**. *Journal of Business logistics*, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.

MICROSOFT. **Microsoft Power BI, Power BI Features**. Disponível em: <<https://powerbi.microsoft.com/pt-br/features/>>. Acesso em: 19 de mai. de 2023.

MOTA, Camila Veras. Por que o real é a moeda que mais se desvalorizou em 2020. **BBC News**, 2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-54549137>>. Acesso em: 30 de mar. de 2023.

NETO, Renata V. N.; OLIVEIRA, José R. A.; GHINATO, Paulo. **SUPPLY CHAIN MANAGEMENT - APLICAÇÃO E FERRAMENTAS**. Curitiba, 2002.

OHUB. **Quais são os tipos de estoque?** Disponível em: <<https://www.ohub.com.br/ideias/tipos-de-estoque/>>. Acesso em: 12 de jun. de 2023. il. color.

PARMENTER, David. **Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs**. Wiley, 2015.

PEIXOTO, João Paulo. **Scarcity of raw materials has direct implications on the risk of a company's activity**. RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT, Atlântico Business School, v. 11, n. 5, p. 4-9, jan./2022.

PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. Atlas, 2008.

PLATT, Allan Augusto. **Logística e Cadeia de Suprimentos**. 3. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/ UFSC, 2015.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. 6. ed., 2017.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia PMBOK®: Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. Pennsylvania, 2017.

PYZDEK, T.; KELLER, P. A. **The six sigma handbook**. McGraw-Hill, 2014.

RESULTADOS DIGITAIS. **Gerenciamento de crise: o que é, qual a importância e como fazer**. Disponível em: <<https://resultadosdigitais.com.br/marketing/gerenciamento-de-crise/#:~:text=Gerenciamento%20de%20crise%20%C3%A9%20um,que%20a%20crise%20se%20instaure.>>. Acesso em: 13 de abr. de 2023.

RIBEIRO, Jessiel de Moura. **A problemática do Supply Chain Management frente aos impactos da Covid-19 e a retomada do crescimento**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 08, Vol. 07, pp. 28-47. Agosto de 2022. ISSN: 2448-0959.

SALAHELDIN, Salaheldin Ismail. **Performance measurement system design: A literature review and research agenda**. International journal of operations, 1995.

SAP. **Supply Chain Management (SCM) Software**. Disponível em: <<https://www.sap.com/products/supply-chain-management.html>>. Acesso em: 19 de mai. de 2023.