



VINÍCIUS DA COSTA FERREIRA DE FIGUEIREDO

**IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN SEIS
SIGMA NO DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO
LOGÍSTICO PARA MELHORIA DE FLUXO**

LAVRAS – MG

2021

VINÍCIUS DA COSTA FERREIRA DE FIGUEIREDO

**IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA NO
DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO LOGÍSTICO PARA MELHORIA
DE FLUXO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do curso
de Engenharia Mecânica, para a
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dra. Joelma Rezende Durão Pereira

Orientadora

LAVRAS – MG

2021

VINÍCIUS DA COSTA FERREIRA DE FIGUEIREDO

**IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA NO
DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO LOGÍSTICO PARA MELHORIA
DE FLUXO**

**IMPLEMENTATION OF THE LEAN SEIS SIGMA METHODOLOGY IN THE
DEVELOPMENT OF A LOGISTICS PROJECT TO IMPROVE THE PROCESS**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do curso
de Engenharia Mecânica, para a
obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em 10 de setembro de 2021.

Profa. Joelma Rezende Durão Pereira – UFLA

Prof. Filipe Augusto Gaio de Oliveira – UFLA

Prof. Hércules José Marzoque - UNILAVRAS

Prof. Dra. Joelma Rezende Durão Pereira

Orientadora

LAVRAS – MG

2021

AGRADECIMENTOS

Difícil escrever em uma página os agradecimentos a 6 anos tão bem vividos e de tanto esforço para as pessoas que me acompanharam nessa trajetória e foram meu alicerce nessa conquista. A presença de cada um foi de extrema importância para que eu pudesse chegar onde cheguei e conquistar o que conquistei.

Início os agradecimentos a Deus, que me possibilitou ter saúde e perseverança para poder seguir em frente apesar das adversidades, e por ter me mantido no caminho certo para que eu pudesse lograr os meus objetivos.

Sou imensamente grato à minha família: minha mãe Elizabeth, meu pai Marco Aurélio e minha irmã Manoella, que apesar da distância sempre me apoiaram em todas as decisões que tive que tomar na vida, sendo sempre minha fonte de inspiração e amor incondicional, e assim se tornando meu alicerce para que eu pudesse atingir os meus objetivos.

Agradeço aos meus tios e primos de Taiobeiras pelo carinho e amor comigo que mesmo com a distância nunca foi abalado.

Agradeço aos meus amigos de faculdade do curso de ABI e do curso de Engenharia Mecânica, que foram essenciais para que eu pudesse seguir no caminho correto, atravessar as dificuldades e conseguir finalizar a trajetória da melhor maneira possível, sempre vivendo momentos de muito companheirismo e colaboração.

A minha professora orientadora Joelma, pelas valiosas dicas, compreensão e contribuições ao longo do projeto que fizeram com que o mesmo fosse concluído com sucesso.

E agradecer à Universidade Federal de Lavras e o seu corpo docente pelo comprometimento com o ensino e com seus discentes.

Muito obrigado!

RESUMO

Para suprir os estoques de um determinado Centro de Distribuição é necessário todo um processo logístico bem definido com o intuito de se ter o produto certo na quantidade certa e no momento certo. Porém diversas variáveis devem ser levadas em consideração para se ter um processo bem definido e eficiente. Um deles é o lead time que é o tempo de entrega de uma determinada mercadoria. Porém, quanto mais distante uma unidade é, maior será a complexidade do processo logístico de ressuprimento. O presente projeto visa buscar minimizar o impacto que o lead time causa no processo de ressuprimento de unidades mais distantes, através da implementação de um processo logístico utilizando a metodologia Lean Seis Sigma para otimizar o processo e melhorar o panorama atual da empresa. O projeto foi conduzido através da rota DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve e Control*) para que o problema fosse constatado e medido e uma solução fosse desenvolvida para otimizar o processo atual, de maneira que os indicadores refletissem uma melhoria no fluxo. Para tal foram utilizadas ferramentas do Lean Seis Sigma tais como Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto e Voz do Consumidor, dessa maneira foi possível constatar a influência negativa que o lead time causava no processo de programação. Devido a isso, a ação de melhoria do projeto visou minimizar o máximo possível o impacto que a distância entre as unidades causava nos indicadores, para isso, redesenhou-se o fluxo de maneira que as etapas que não agregavam valor fossem eliminadas, otimizando o processo.

Palavras-chave: Cadeia de Suprimentos, Lean Seis Sigma, logística, estoques, processo

ABSTRACT

In order to procure the stocks of a given Distribution Center, a well-defined logistical process so as to achieve the right product in the right quantity and at the right time. However, several variables must be taken into account ensuring a well-defined and efficient process. One of them is the lead time, which is the delivery time of a given merchandise, however, the farther a unit is located, the greater the complexity of the logistical process of resupply is. This project aims to minimize the impact that the lead time causes in the resupply process of more distant units, through the implementation of a logistic process using the Lean Seis Sigma methodology to optimize the process and improve the company's current panorama. The project was conducted through the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) route so that the problem was identified and measured, and finally a solution is developed, leading to the optimization of the current process so that the indicators reflected an improvement in the flow. To this end, Lean Seis Sigma tools were used, such as Cause and Effect Diagram, Pareto Diagram and Voice of Consumer, thus it was possible to verify the negative influence that lead time exerted on the programming process. Consequently, the project's improvement action aimed to minimize as much as possible the impact that the distance between the units caused on the indicators as a whole.

Key words: Supply Chain, Lean Seis Sigma, logistics, stocks, process

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos	15
Figura 2 - Exemplo da cadeia de suprimentos de uma empresa	16
Figura 3 - O ciclo do pedido	18
Figura 4 - Exemplo de uma cadeia de suprimentos logística	20
Figura 5 - Custos da manutenção do estoque	25
Figura 6 - Estoque de segurança	26
Figura 7 - Pontos de renovação de pedidos	26
Figura 8 - Ponto de renovação de pedidos e estoques de segurança combinados	27
Figura 9 - Comparação padrão atual (Quatro Sigma) e a performance Seis Sigma	30
Figura 10 - Exemplos de performance na escala Seis Sigma	31
Figura 11 - O segredo do sucesso do Seis Sigma	32
Figura 12 - Método DMAIC	34
Figura 13 - Diagrama de Pareto, Cluster por Volume transportado	50
Figura 14 - Quantidade de trechos por clusterização	50
Figura 15 - Quantidade de trechos por clusterização, excluindo Cluster 1	51
Figura 16 - Histograma 01-15 de agosto: Falta por Quilometragem	52
Figura 17 - Histograma 16-31 de agosto: Falta por Quilometragem	52
Figura 18 - Situação dos estoques com relação às faltas constatadas.....	53
Figura 19 - Percentual de falta por região do Brasil	54
Figura 20 - Project Model Canvas	55
Figura 21 - Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa e Efeito	57
Figura 22 - Cinco Porquês	58
Figura 23 - Mapeamento do processo de programação da Unidade X: Como é	59
Figura 24 - Mapeamento do processo de programação da Unidade X: Como será	60
Figura 25 - Gráfico consolidado: Produtos em OUT Unidade X	62
Figura 26 - Gráfico consolidado: Produtos em OUT Origens e OUT Unidade X	63
Figura 27 - - Gráfico consolidado: Furo e OUT Unidade X	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ferramentas utilizadas na metodologia DMAIC	35
Quadro 2 – VOC.....	44
Quadro 3 – Clusters dos trechos	49
Quadro 4 – Diagrama SIPOC	56

LISTA DE SIGLAS

VOC – Voz do Consumidor

LSS – Lean Seis Sigma

GCS – Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos

LT – Lead Time

MLE – Modelo do Lote Econômico

STP – Sistema Toyota de Produção

VOC – Voz do Cliente

CIA – Companhia

CDD – Centro de Distribuição Direta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Objetivo Geral	13
1.2. Objetivos Específicos	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1. Cadeia de Suprimentos e Logística	14
2.2. Lead Time.....	17
2.3. Estoque e Gestão de Estoque.....	20
2.3.1. Estoque.....	20
2.3.1.1. Estoque de Matérias-Primas.....	21
2.3.1.2. Estoques de Produtos em Processo	21
2.3.1.3. Estoques de Produtos Acabados.....	21
2.3.1.4. Estoque de Materiais Auxiliares e de Manutenção	22
2.3.2. Gestão de Estoque.....	22
2.3.2.1. Custo de pedir	23
2.3.2.2. Custo de manter estoque	23
2.3.2.3. Custo Total	24
2.3.2.4. Modelo do Lote Econômico.....	24
2.4. Lean	28
2.5. Seis Sigma	29
2.6. Lean Seis Sigma	33
2.6.1. Metodologia de um projeto de LSS	33
2.7. <i>Voice of Customer</i> (VOC)	37
2.8. Diagrama de Pareto	37
2.9. Histograma	37
2.10. Project Model Canvas	38
2.11. Diagrama SIPOC	38
2.12. Diagrama de Causa e Efeito.....	38
2.13. Cinco porquês	39
2.14. Diagrama de Fluxo.....	39
2.15. <i>Brainstorming</i>	40
3. MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1. Definir.....	42
3.1.1. <i>Voice of Customer</i> ou Voz do Cliente (VOC)	43
3.2. Medir	43

3.2.1.	Diagrama de Pareto.....	43
3.2.2.	Histograma.....	44
3.3.	Definir 2 – <i>Project Model Canvas</i>	45
3.3.1.	Diagrama SIPOC	45
3.4.	Medir 2 – Unidade com maior criticidade.....	46
3.5.	Analisar 2 – Processo de programação Unidade X	46
3.5.1.	Diagrama de Causa e Efeito.....	46
3.5.2.	Cinco Porquês	47
3.5.3.	Diagrama de Fluxo.....	47
3.6.	Melhorar	47
3.6.1.	<i>Brainstorming</i>	47
3.7.	Controlar.....	48
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1.	Definir – VOC	48
4.2.	Medir – Diagrama de Pareto.....	49
4.3.	Medir – Histograma.....	52
4.4.	Definir – <i>Project Model Canvas</i>	54
4.5.	Medir – Diagrama SIPOC	56
4.6.	Medir – Unidade mais crítica	56
4.7.	Analisar – Diagrama de Causa e Efeito.....	57
4.8.	Cinco Porquês.....	57
4.9.	Diagrama de Fluxo	58
4.10.	<i>Brainstorming</i>	60
4.11.	Resultados após a implementação do projeto	61
5.	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o mercado tem exigido uma maior agilidade, flexibilidade e controle dos processos, sendo pauta nos comitês de grandes empresas há algum tempo, mas devido à pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, isso se agravou muito mais. Muitas delas precisaram se reinventar para não tornarem obsoletas frente o atual cenário mundial. Com o aumento da competição de mercado estão aprimorando os seus processos produtivos, com os objetivos de buscar melhores índices de eficiência e eficácia. Tendo isso em vista, métodos para o gerenciamento de projetos e redução do desperdício nos processos produtivos estão sendo implementados em organizações que buscam uma maior competitividade frente ao mercado. A metodologia *Lean Seis Sigma* (LSS) surge como uma opção válida pois, permite avaliar custos adicionais no processo que não estão agregando valor e capturar a Voz do Consumidor (VOC) para definir o que é crítico para a qualidade segundo o cliente.

A metodologia *Lean Seis Sigma* (LSS) possui dois pilares fundamentais: *Lean*, é uma filosofia operacional que visa a identificação e a eliminação de todo e qualquer desperdício nos processos em uma organização. Possui aplicação tanto na produção como no suporte e aplicações de serviços, aumentando a produtividade e a velocidade com que o processo ocorre, focando sempre no que o cliente efetivamente considera como qualidade (VOEHL; FRANK, 2014). Outro pilar fundamental é o Seis Sigma, que é uma metodologia de negócios desenhado para diminuir as variações dos processos e as causas dos defeitos que surgem a partir disso (VOEHL; FRANK, 2014). Usando essa metodologia e consequentemente combinando esses dois pilares, as empresas possuirão uma oportunidade de rever os seus processos e mitigar desperdícios que trarão prejuízo no futuro.

Diversos processos em uma empresa são passíveis de uma implementação da metodologia *Lean Seis Sigma*, mas nem todos são explorados. Um caso muito comum é o do planejamento logístico, cujo processo vigente já é muito enraizado e qualquer alteração ocasiona uma mudança em toda a cadeia logística. Porém, com o dinamismo atual no mercado, por mais complexo que seja, um estudo mais aprofundado do processo para análises de possíveis desperdícios e possibilidades de otimização sempre deverão ser

feitas para se ter mais agilidade na tomada de decisão e para tornar o seu negócio mais competitivo.

No entanto, quanto ao planejamento logístico, existem alguns pontos que devem ser levados em consideração para que a otimização do processo ocorra. Uma vez que o planejamento logístico é responsável por programar o reabastecimento do estoque das unidades destino, o gerenciamento de estoque e o lead time são variáveis de suma importância para que o processo ocorra conforme o estipulado.

Sendo assim, para se garantir o sucesso da implementação da metodologia LSS, é necessário o acompanhamento de alguns indicadores do processo, que irá mostrar se a otimização do processo foi benéfica para a organização ou não alterou em nada o panorama ao qual a empresa estava inserida. A implementação da metodologia LSS está diretamente ligada com a otimização do processo e por conseguinte, à obtenção de uma vantagem competitiva frente aos concorrentes.

1.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo minimizar o impacto gerado pelo *lead time* no processo da programação do ressuprimento dos estoques de uma fábrica do setor alimentício. Fazer-se-á a aplicação da metodologia *Lean Seis Sigma* buscando analisar se há otimização do processo e redução dos desperdícios presentes no processo.

1.2. Objetivos Específicos

Com a finalidade de se atingir o objetivo geral, faz-se necessário os seguintes objetivos específicos:

1. Entender como a programação do ressuprimento dos estoques ocorre nos dias atuais, levando em consideração o planejamento para localidades que estão separadas por pequenas (trechos de até 500 km) e longas (trechos acima de 500 km) distâncias.
2. Fundamentar os conceitos presentes na metodologia *Lean Seis Sigma*, a fim de se analisar os dados e a partir disso gerar uma tomada de decisão, resultando em um aumento da eficiência no gerenciamento do reabastecimento dos estoques.
3. Otimizar o fluxo do material na cadeia de suprimentos, desenvolvendo a partir dos dados analisados, um novo fluxo para unidades que possuem um *lead time*

considerável, com a finalidade de otimizar o fluxo de material na cadeia de suprimentos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico será tratada a fundamentação teórica acerca dos principais temas envolvidos no desenvolvimento deste projeto, sendo eles: Gestão da Cadeia de Suprimentos, Gestão dos Estoques, *Lead Time*, *Lean* e Seis Sigma. A finalidade dessa seção é elucidar o leitor dos temas que serão chave para o desenvolvimento do estudo de caso desenvolvido para a implementação da metodologia Lean Seis Sigma.

2.1. Cadeia de Suprimentos e Logística

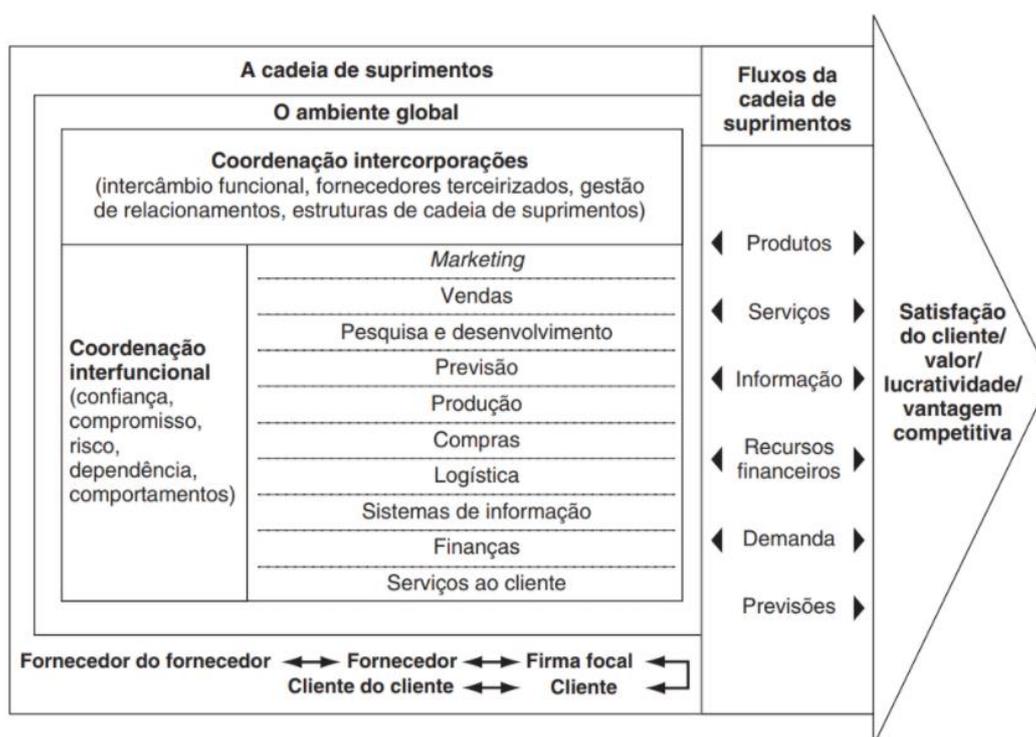
Todas as atividades envolvidas com o fluxo e a transformação de produtos, desde a extração da matéria-prima que será a base da mercadoria, até a entrega efetiva para o cliente final, compõem a chamada Cadeia de Suprimentos. O gerenciamento da cadeia de suprimentos (GSC) é definido segundo Mentzer *et al* (2001) como a coordenação estratégica sistemática das tradicionais funções de negócios e das táticas ao longo dessas funções no âmbito de uma determinada empresa e ao longo dos negócios no âmbito da cadeia de suprimentos, com o objetivo de aperfeiçoar o desempenho a longo prazo das empresas isoladamente e da cadeia de suprimentos como um todo.

Para compreender o gerenciamento da cadeia de suprimentos em sua totalidade, é necessário ter o conhecimento de que nela não estão presentes apenas produtos, mas também diversos fluxos vigentes na cadeia, que garantem uma base de conhecimento com o intuito de se alcançar o objetivo previamente traçado. Ballou (2006) diz que:

(...) dentre os fluxos presentes, existem os de informações, que garantem a transmissão de pedidos e a atualização do status da entrega da mercadoria. O fluxo de produtos que abrange a movimentação de mercadorias de um determinado fornecedor para um determinado cliente sendo que, o movimento contrário também pode acontecer, uma vez que o cliente não esteja satisfeito com a mercadoria recebida. Por fim, existe o fluxo financeiro que envolve termos de crédito, programações de pagamento e consignação e acordos de propriedade de títulos.

O modelo apresentado na Figura 1, mostra o gerenciamento da cadeia de suprimentos visto como uma fonte de informações, que possui como objetivo principal a satisfação do cliente e a obtenção de uma vantagem competitiva, gerando assim uma margem de lucro maior para a empresa. É válido destacar também que, segundo Ballou (2006), o gerenciamento da cadeia de suprimentos trata da coordenação do fluxo de produtos ao longo de funções e de empresas para produzir vantagem competitiva e lucratividade para cada uma das companhias na cadeia de suprimentos e para o conjunto dos integrantes dessa mesma cadeia.

Figura 1 - Modelo de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos



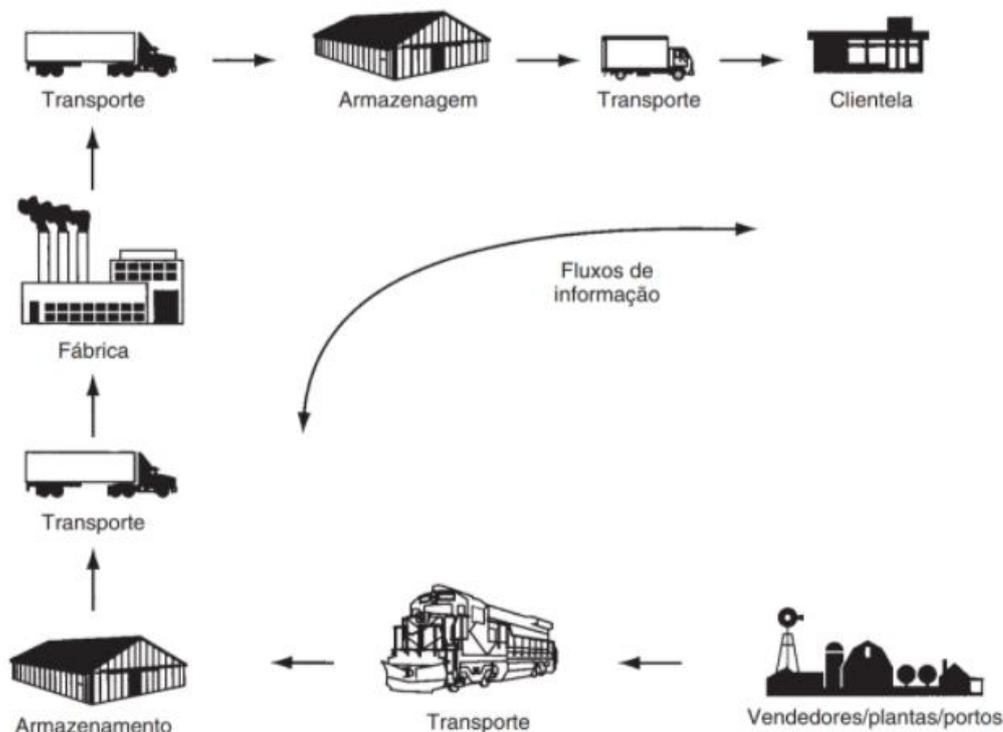
Fonte: MENTZER, J. T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J. S.; MIN, S.; NIX, N. W.; SMITH, C. D. & ZACHARIA, Z. G. **Defining Supply Chain Management. Journal of Business Logistics.** Vol. 22, N. 2, 2001.

Dessa maneira, percebe-se a dificuldade de se separar a logística empresarial do gerenciamento da cadeia de suprimentos (GCS). Existem aqueles que consideram o gerenciamento da cadeia de suprimentos um sinônimo para a gestão integrada da logística empresarial. Há também quem considere que o GCS é o ramo principal na operação de uma determinada empresa e que a logística surge como um ramo secundário dessa cadeia que auxilie a operação além do fluxo de produção. Porém ocorre que, em diversos

aspectos tanto o GCS quanto a logística empresarial possuem uma única missão: colocar os produtos ou serviços certos no lugar certo, no momento certo, e nas condições desejadas, dando ao mesmo tempo a melhor contribuição possível para a empresa, com o intuito de garantir uma maior competitividade no mercado, alavancando assim sua receita (BALLOU, 2006).

Neste trabalho em específico, os sentidos do GCS e da gestão da logística empresarial serão tratadas como semelhantes, uma vez que eles são termos que se complementam. Pode-se dizer dessa maneira que o GCS/Logística empresarial são um conjunto de atividades pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados e que se repetem inúmeras vezes, gerando assim valor ao consumidor e garantindo uma receita ao fornecedor (BALLOU, 2006). Já que os conjuntos, fontes de matérias-primas, fábrica para produção dos produtos e ponto de venda não possuem a mesma localização, faz-se necessário a presença de uma logística para possibilitar o traslado do material e/ou produto acabado/inacabado para que o GCS ocorra de fato e entregue o valor esperado, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Exemplo da cadeia de suprimentos de uma empresa



Fonte: BALLOU, Ronald H.. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. São Paulo-SP: Pearson Prentice Hall., 2006.

Embora seja fácil pensar em logística empresarial como sendo o gerenciamento do fluxo de produtos desde a obtenção da matéria prima até a entrega para o consumidor final, como pode ser observado na Figura 2, a logística não acaba com a entrega do produto para o consumidor final, em algumas empresas, ocorre o fenômeno da logística reversa que precisa ser monitorado tão bem quanto o fluxo logístico normal. Do ponto de vista da logística, a vida de um produto não se encerra quando a entrega do mesmo é realizada, os produtos podem estar danificados, podem se tornar obsoletos, ou até mesmo são produtos que a sua grande maioria pode ser reaproveitada, dessa maneira eles são devolvidos aos seus pontos de origem e são encaminhados para o conserto, descarte ou reaproveitamento. Dessa maneira, o canal logístico reverso pode utilizar o canal logístico normal como um todo, ou somente uma parte, para realizar toda a tarefa que lhe é atribuída. Para que o processo de gerenciamento da cadeia de suprimentos feche o ciclo, o canal de logística reverso precisa ser considerado como parte do escopo para todo o planejamento e controle logístico (BALLOU, 2006).

Como exemplificado na Figura 2 existem diversos fluxos de transporte para que a matéria prima saia do seu local de origem, seja transformada no produto acabado e só posteriormente seja entregue ao consumidor final. Dentro desses fluxos, existe um tempo gasto para a realização do transporte e para a realização da transformação da matéria prima em produto, esse tempo gasto para a realização dessas tarefas é chamado de lead time e será tratado no tópico a seguir.

2.2. Lead Time

Compreender com o conceito de *lead time* (LT) é extremamente fundamental para que a empresa consiga organizar todos os processos ao longo da cadeia de suprimentos, com o intuito de que esse elemento, impacte o mínimo possível no nível de serviço. O significado de *lead time* varia de acordo com a perspectiva adotada, por exemplo, na perspectiva do cliente é o tempo gasto para o total processamento do pedido. Isso engloba a expedição do pedido, levando em consideração a identificação da necessidade de compra por parte do cliente, até o instante em que a mercadoria requisitada é entregue e a necessidade inicial é suprida. Já na perspectiva do fornecedor, é o tempo gasto desde o recebimento da ordem de compra até o instante em que a mercadoria é entregue àquele que expediu o pedido de compra (DA CUNHA; ESTENDER, 2017). Em suma, os componentes de tempo no ciclo do pedido estão apresentados na Figura 3.

Figura 3 - O ciclo do pedido



Fonte: Adaptado Stock *et al*, 1987.

Como evidenciado, dependendo do trecho da cadeia de suprimentos e do ponto de vista que será levado em consideração para conceitualizar o termo *lead time*, o significado do termo irá sofrer algumas alterações leves. Serão pontuados neste trabalho, os seguintes pontos de vista: Vendas e gestão comercial, compras e abastecimento, ciclo de produção e logística e distribuição, para que dessa maneira seja possível entender os significados do termo *lead time* sob o olhar de diferentes perspectivas (STOCK *et al*, 1987).

Do ponto de vista de vendas e gestão comercial, ao se conhecer o *lead time* com precisão garantirá para a empresa a possibilidade de se comprometer com uma determinada data de entrega com os clientes, podendo assim garantir uma vantagem competitiva frente aos seus concorrentes. Para Martin (2009) a confiabilidade ou a consistência desse *lead time* é de extrema importância. Segundo ele, a confiabilidade de entrega é maior do que o tamanho do ciclo do pedido, até certo ponto, pois o impacto de uma falha para entregar na hora certa é mais grave do que a necessidade de se encomendar com antecedência. Da mesma maneira que conhecer o tempo gasto de entrega do seu produto pode garantir uma maior competitividade, o não cumprimento desse prazo pré-estabelecido pode fazer com que a empresa perca mercado frente a concorrência.

Levando em consideração o ponto de vista de compras e abastecimento, é preciso conhecer o *lead time* dos fornecedores de matérias primas e de produtos acabados para evitar desabastecimentos nas linhas de produção e no estoque dos centros de venda, respectivamente. Tendo o conhecimento do tempo gasto para se abastecer a sede que está comprando, evita-se paradas nas linhas de produção e possíveis faltas ao consumidor devido ao estoque limitado. Nesse contexto entra o ponto de vista do *lead time* do ciclo

de produção, pois conhecendo o tempo gasto nos processos manufatureiros, o cálculo do tempo de fabricação é obtido com mais clareza e assim pode-se programar melhor o tempo de compra de insumos para a produção, o que posteriormente irá impactar a gestão logística e comercial (MARTIN, 2009).

Quando se refere à logística e distribuição, o *lead time* logístico possui uma dimensão integral, pois o armazém ao qual estarão disponibilizados os produtos, deverá monitorar o tempo de fornecimento dos suprimentos para poder medir o tempo em que a fábrica irá demorar para produzir os produtos, além de quando que estes chegarão ao armazém em definitivo e em quanto tempo os produtos estarão disponíveis para que se possa encaminhá-los para o cliente final. Tudo isso será levado em consideração para se poder atingir os principais objetivos da logística, que são entregar os produtos solicitados no lugar especificado, no momento exato e nas quantidades e qualidades/condições exigidas pelo cliente (DIAS, 2010).

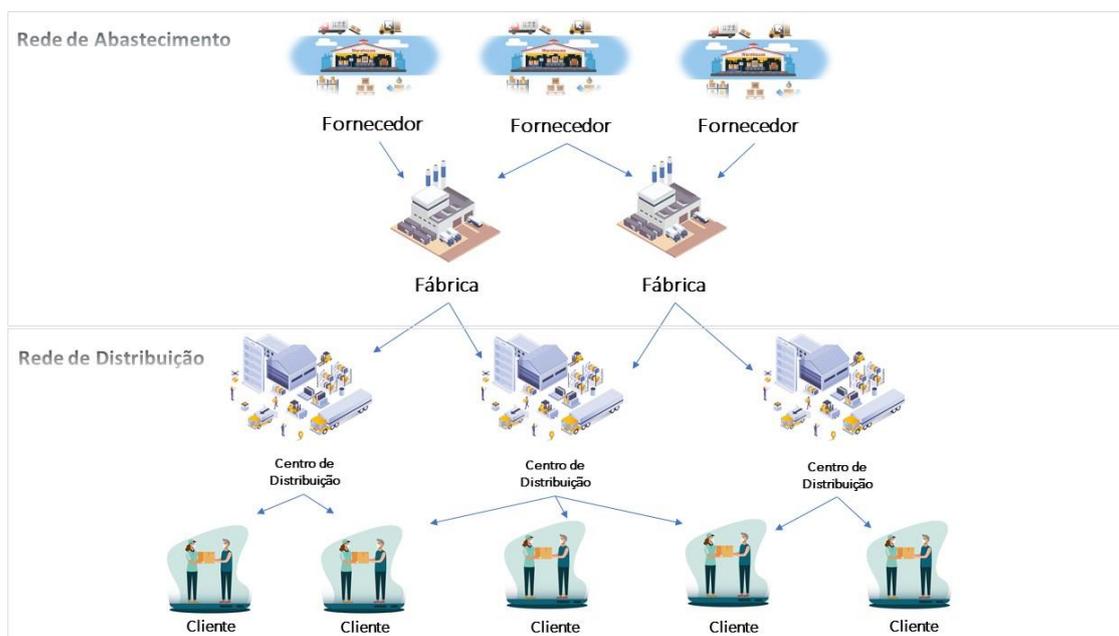
Na equação logística, o LT é a dimensão temporal que está intimamente relacionada ao nível de serviço do processo, mas possui um impacto no controle de estoque e no planejamento da demanda (DIAS, 2010). O *lead time* pode ser calculado pela Equação 01:

$$\textit{lead time} = \textit{data de entrega} - \textit{data de pedido} \quad (\textit{Eq. 01})$$

Porém é importante ressaltar que se a cadeia de suprimentos possuir diferentes etapas e ela for considerada longa, como evidenciado na Figura 4, o LT resultante será o acumulado de todos os *leads times* anteriores dos diferentes processos, o dos fornecedores de matérias primas, que irão garantir o insumo para as fábricas, as quais irão produzir os produtos acabados para que estes sejam enviados aos centros de distribuição e só assim serem entregues para o consumidor final (MARTIN, 2009).

O *lead time* é de extrema importância para que se tenha uma gestão de estoque otimizada e que não falte produtos na ponta devida à uma dispersão de demanda do mercado. A gestão de estoque será introduzida no próximo tópico.

Figura 4 - Exemplo de uma cadeia de suprimentos logística



Fonte: Adaptado de <https://www.mecalux.com.br/blog/lead-time-logistica>

2.3. Estoque e Gestão de Estoque

2.3.1. Estoque

Um dos principais aspectos ligados à estratégia logística de uma empresa é a gestão de seus estoques (PROVIN; SELLITTO, 2011). Toda empresa possui um depósito de armazenamento de determinados produtos e/ou materiais que são utilizados nos seus processos do dia a dia, seja essa empresa uma fábrica ou uma empresa de serviços processos diários, seja uma empresa de manufatura ou prestadora de serviços. O objetivo do estoque é equilibrar as variações da demanda, permitindo um fluxo contínuo nas operações.

Segundo Ballou (2006), estoques são pilhas de matérias-primas, insumos, componentes, produtos acabados e produtos inacabados, que aparecem em diversos pontos por todos os canais logísticos e de produção da empresa. O estoque deve funcionar como um elemento que auxilia a regulamentação do fluxo de materiais e/ou produtos da empresa, dessa maneira, ele existe para poder suprir as necessidades dos clientes uma vez que a velocidade com que um determinado material chega à empresa é diferente da que sai, ter um estoque bem suprido significa ter insumos para poder amortecer as variações

advindas da demanda do mercado. Os principais tipos de estoque encontrados em uma empresa são 4, segundo Dias (2005):

2.3.1.1. Estoque de Matérias-Primas

São produtos necessários para que a produção do produto acabado ocorra, seu consumo é diretamente proporcional ao volume da produção. Pode-se dizer também que as matérias-primas são todos os materiais agregados ao produto acabado. Porém, a matéria-prima pode também ser um item processado que será utilizado na produção de um outro produto mais complexo (NOGUEIRA, 2018). De acordo com Dias (2005), o volume de cada matéria-prima presente nos estoques depende do tempo de reposição do tempo decorrido para receber os pedidos colocados no fornecedor, da frequência do uso, que é o consumo, do investimento exigido e das características físicas do material. Características físicas como tamanho e durabilidade são fatores que influenciam bastante o nível das matérias-primas nos estoques, pois um item barato que requer uma maior quantidade de tempo para a reposição e é facilmente perecível, certamente não seria requisitado em grandes quantidades, já que devido a esses fatos boa parte do estoque estragaria ou estaria inviável para uso depois de um certo tempo. É de suma importância ter uma atenção maior a esses fatores para se avaliar o nível de estoque, pois os consumos de matéria-prima feitos pela produção precisam ser satisfeitos para que não haja um atraso na entrega de produtos, ao mesmo tempo que o investimento feito em matéria-prima precisa ser mantido no mínimo, para potencializar o lucro.

2.3.1.2. Estoques de Produtos em Processo

Estoque de produtos em processos são todos aqueles materiais que estão sendo usados durante o processo de fabricação. Qualquer peça ou componente que já foi de alguma maneira processado é considerado um produto em processo, porém ao final do processo produtivo este mesmo produto adquire novas características (DIAS, 2010).

2.3.1.3. Estoques de Produtos Acabados

O estoque de produtos acabados, se refere à itens que já foram produzidos, porém ainda não foram vendidos para o cliente. Um nível de estoque baixo de produtos acabados é característico de indústrias que produzem sob encomenda, pois todos os itens já foram previamente vendidos antes mesmo da sua produção (CHING, 2016). Para as que

produzem para estoque e posteriormente encaminham esses produtos para a venda, ocorre o contrário: os produtos são fabricados antes da venda, aumentando dessa maneira o nível do estoque que é determinado pela previsão das vendas desse mesmo produto, pelo processo produtivo e pelo investimento exigido em produtos acabados (CHING, 2016).

A programação de produção é realizada com o intuito de se disponibilizar um número suficiente de produtos acabados para satisfazer a demanda, levando em consideração a previsão de vendas, de maneira que não exista estoques em excesso e assim auxiliar na minimização dos custos totais. É importante ressaltar um importante fator com relação aos produtos acabados, o seu grau de liquidez. Para uma empresa que vende um produto de consumo popular, manter um nível de estoque do seu produto acabado elevado garantirá uma maior segurança quanto à dispersão de demanda que o mercado possa vir apresentar. Quanto mais líquidos e menos sujeitos à obsolescência forem os produtos acabados, maiores serão os níveis de estoque que poderá suportar (DIAS, 2010).

2.3.1.4. Estoque de Materiais Auxiliares e de Manutenção

Os materiais de manutenção e os auxiliares devem ter a mesma importância no seu armazenamento que a dada à matéria-prima. O custo de interrupção da produção é constituído das despesas correspondentes à mão de obra ociosa, ao equipamento parado, ao prazo de entrega adiado e à própria perda da encomenda e possivelmente do cliente. Além disso, o custo de oportunidade perdida também deve ser acrescentado ao custo total, uma vez que a parada impedirá que a indústria obtenha lucro na operação. Assim sendo, é notável o impacto no custo total da produção caso haja um mal planejamento no estoque de materiais auxiliares e de manutenção (CHING, 2016).

2.3.2. Gestão de Estoque

Entende-se por gestão de estoques, o planejamento dele, seu controle e sua retroalimentação sobre o planejamento (CHING, 2016). O planejamento consiste na programação dos níveis que o estoque terá ao longo do tempo, ele engloba a determinação das datas de entrada e saída dos itens presentes no estoque e na determinação do pedido de material, a medida que ele vai diminuindo. O controle consiste no acompanhamento e registro dos dados reais do estoque, para desenvolver o balanço do real *versus* planejado

na etapa seguinte. A retroalimentação é a comparação dos dados vindos do planejamento com os dados do controle, com o intuito de constatar as variâncias e entender as causas para que elas tenham ocorrido.

A gestão de estoques possui importância tanto no papel operacional quanto no financeiro das empresas. Ballou (2006) diz que se a demanda for previsível, não há a necessidade de se manter um estoque, porém na prática isso é impossível, uma vez que não existe uma previsão de demanda exata. Dessa maneira, faz-se necessária a criação de estoques para poder reduzir os efeitos desencadeados pelas variações da procura e oferta.

Operacionalmente falando, o estoque possui a função de amortecer as diferenças entre os fluxos da empresa de compra e venda de materiais/produtos. Do ponto de vista financeiro, o estoque é um tipo de investimento que tem que ser feito e possui custos atrelados para mantê-lo e como todo investimento, deve proporcionar um retorno de capital (NOVAES; ALVARENGA, 2000). Segundo Ching (2016) os custos associados aos estoques podem ser divididos em três categorias:

2.3.2.1. Custo de pedir

Envolvem os custos associados ao processo de aquisição das quantidades requeridas para reposição do estoque (CHING, 2016). São os custos para preencher o pedido para a compra, custo para processar os serviços burocráticos tanto na contabilidade quanto no almoxarifado, custo de receber o pedido e checar se o conteúdo que está na nota fiscal condiz com a quantidade física (CHING, 2016).

2.3.2.2. Custo de manter estoque

Estão associados a todos os custos necessários para manter certa quantidade de mercadorias por um período de tempo. Englobam custos de armazenagem, custo de seguro, custo de deterioração e obsolescência e custo de oportunidade de empregar dinheiro em estoque e custo de furto (CHING, 2016).

2.3.2.3. Custo Total

É definido como a soma dos custos de aquisição e de manter estoque (CHING, 2016). Os custos totais são importantes pois no modelo do lote econômico o objetivo deste tipo de custo é determinar a quantidade do pedido que o minimiza.

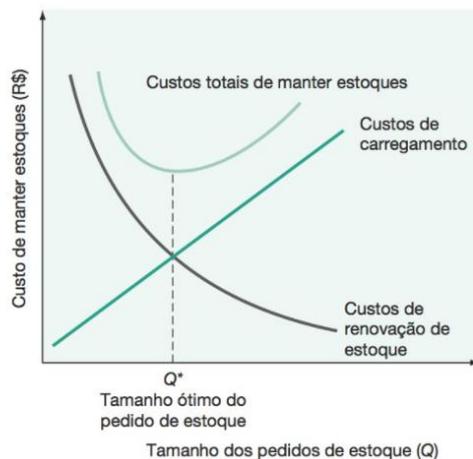
É comum pensar que devido aos custos envolvidos para se manter um estoque e para realizar os pedidos, manter um estoque no nível mais baixo possível garantirá um custo menor para mantê-lo e assim conseqüentemente, ao vender os itens presentes nele, a empresa terá altos ganhos com isso, porém não é assim que ocorre na prática e manter um estoque no mínimo pode ser um erro crucial para a empresa, devido à imprevisibilidade da demanda (CAXITO, 2019).

Assim sendo, para que o processo logístico seja bem gerenciado e traga resultados positivos para a empresa garantindo um maior sucesso no mercado, é preciso levar alguns outros aspectos em consideração, como o tempo em que os produtos gastam para sair da sua fábrica de origem e chegar ao seu destino final (*lead time*), sazonalidade do produto (época em que ele costuma ter uma maior demanda), dentre outras. Basicamente, para se ter uma gestão de estoques otimizada, é preciso se ter uma noção do quanto pedir, de quando pedir e de quanto manter (DIAS, 2010).

2.3.2.4. Modelo do Lote Econômico

Uma abordagem mais comumente utilizada para se estabelecer um nível ótimo de estoque é a abordagem do modelo do lote econômico (MLE) (ROSS et al, 2013). Levando em consideração os tipos de custos já apresentados, a ideia básica desse modelo está apresentada na Figura 5, onde podemos observar a relação entre os custos de se manter o estoque (eixo vertical) e o tamanho dos pedidos de estoque (eixo horizontal). Pode-se observar que, à medida que o nível do estoque aumenta, os custos de renovação diminuem, porém os custos de carregamento aumentam.

Figura 5 - Custos da manutenção do estoque



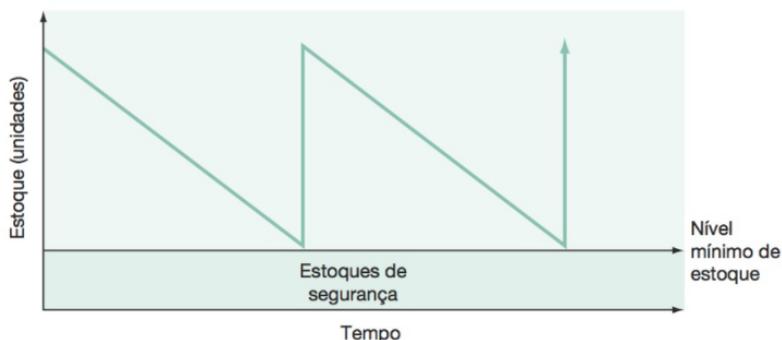
Fonte: ROSS, Stephen A.; WETERSFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D.; LAMB, Roberto. **Fundamentos de Administração Financeira**. AMGH Editora Ltda, 9. Ed, 2013.

O objetivo desse modelo é encontrar o valor de Q que irá minimizar os custos tanto de carregamento, quanto o de se manter o estoque. Porém, nesse modelo, para que se possa encontrar o valor de Q precisa-se designar a premissa de que, para realizar o ressuprimento, a empresa esperará o seu estoque zerar, para só então realizar o pedido para ressuprir o estoque. Como sabemos que isso efetivamente não acontece, será tratado neste trabalho uma extensão do modelo do lote econômico, já que as empresas não esperam seus estoques zerarem para dispararem uma ordem de compra e isso por dois motivos, segundo ROSS et al (2013), o primeiro é que, se houver pelo menos algum estoque disponível a empresa minimizará o risco de falta do produto e conseqüentemente a perda da venda para os consumidores. E o segundo é que, quando se efetua um pedido para ressuprir o estoque, é preciso aguardar um certo tempo (*lead time*) para que a mercadoria chegue de fato ao destino. Com isso em vista, serão abordadas duas extensões desse modelo, os estoques de segurança e os pontos de renovação de pedidos.

O estoque de segurança é o nível mínimo de estoque que uma empresa se mantém (ROSS et al, 2013). Os estoques são renovados sempre que o nível cai até o nível do estoque de segurança, para que dessa forma sempre que o estoque for acionado, ainda exista algum resquício dos produtos vendidos em determinada empresa. A Figura 6

representa o objetivo do estoque de segurança em um gráfico que relaciona o nível dos estoques ao longo do tempo.

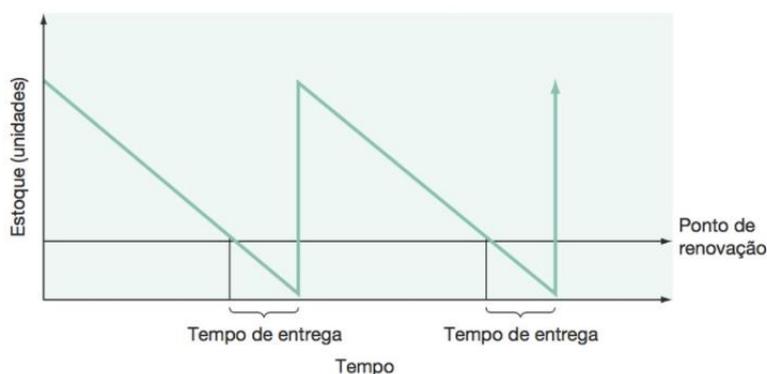
Figura 6 - Estoque de segurança



Fonte: ROSS, Stephen A.; WETERSFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D.; LAMB, Roberto. **Fundamentos de Administração Financeira**. AMGH Editora Ltda, 9. Ed, 2013.

Considerando o tempo da entrega, uma empresa fará os pedidos antes que os estoques cheguem a um nível crítico (ROSS et al, 2013). Os pontos de renovação são as épocas nas quais a empresa faz seus pedidos de estoque. Com a presença de um estoque de segurança a empresa dispara uma ordem de compra assim que o nível do estoque chega a um nível mínimo entrando assim em um ponto de renovação de produtos, como podemos observar na Figura 7.

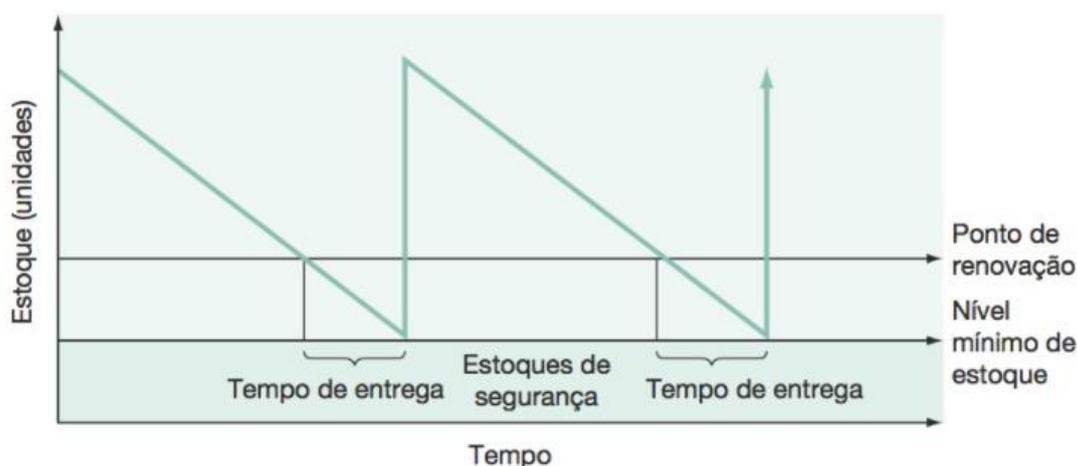
Figura 7 - Pontos de renovação de pedidos



Fonte: ROSS, Stephen A.; WETERSFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D.; LAMB, Roberto. **Fundamentos de Administração Financeira**. AMGH Editora Ltda, 9. Ed, 2013.

Considerando que o lead time para a entrega e/ou produção dos produtos para ressuprir o estoque é alto, a empresa leva em consideração o ponto de renovação para poder disparar o pedido com a finalidade de manter o nível do estoque em um nível estável, para poder suprir qualquer necessidade que apareça. A Figura 8 apresenta o comportamento do nível do estoque, levando em consideração o lead time para ressuprimento evidenciando que, ainda que o estoque chegue a um nível mínimo que é o estoque de segurança, ele nunca estará efetivamente zerado.

Figura 8 - Ponto de renovação de pedidos e estoques de segurança combinados



Fonte: ROSS, Stephen A.; WETERSFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D.; LAMB, Roberto. **Fundamentos de Administração Financeira**. AMGH Editora Ltda, 9. Ed, 2013.

Com a união do ponto de renovação com o nível mínimo de estoque e estoque de segurança, o resultado é um MLE generalizado, no qual a empresa faz o pedido antes das necessidades previstas e também mantém um estoque de segurança (ROSS et al, 2013). Dessa maneira é possível definir um nível de estoque objetivo, onde o nível estará ótimo sendo capaz de suprir qualquer demanda que aparecer e com o menor custo possível para mantê-lo, um nível de estoque mínimo e o máximo.

Para o desenvolvimento do projeto, os conceitos utilizados para o entendimento dos processos foram pontuados anteriormente, porém, para efetivamente realizar o projeto faz-se necessário uma metodologia com a finalidade de otimizar os processos e obter resultados mensuráveis e satisfatórios, para tal, será utilizado a metodologia Lean Seis Sigma que será apresentada a seguir.

2.4. Lean

O conceito da metodologia enxuta teve como pioneiro o executivo Taiichi Ohno, ao qual desenvolveu o Sistema Toyota de Produção (STP) cujo foco principal era a identificação e posterior eliminação de desperdícios, com o objetivo de reduzir custos e aumentar a qualidade e velocidade de entrega do produto aos respectivos clientes (OLIVEIRA et al., 2009). Com isso, segundo o executivo, toda e qualquer atividade intermediária para a execução do processo, que necessite de diferentes recursos, tempo e dinheiro porém não agregam valor para o consumidor final devem ser retiradas do processo, tornando-o assim, mais eficiente.

Os princípios da metodologia enxuta são, segundo Womack e Jones (1992):

- Valor – Identificar aquilo que tem valor para o cliente, entendendo o seu ponto de vista;
- Fluxo de Valor – Dissecar e compreender as etapas do processo, analisando-as como um fluxo contínuo que agregam valor ao produto final;
- Fluxo de Processo – Conceder uma fluidez para o processo, minimizando interrupções e seguindo o ritmo da demanda;
- Produção Puxada – O consumidor irá ditar o ritmo da produção, dessa maneira os produtos são puxados de acordo com a demanda, eliminando estoques;
- Buscar a perfeição – Buscar de maneira contínua melhores práticas para se criar valor, eliminando desperdícios e garantindo uma meta de zero defeitos.

Segundo Taiichi (1997), a verdadeira melhoria na eficiência dos processos, ocorre quando produzimos zero desperdício e levamos a porcentagem de trabalho para 100%. Mas para tal, primeiramente é preciso identificar completamente os desperdícios, que segundo Taiichi são os seguintes:

- Desperdício de Superprodução;
- Desperdício de tempo disponível (espera);
- Desperdício em transporte;
- Desperdício do processamento em si;
- Desperdício de estoque disponível;
- Desperdício de movimento;

- Desperdício de produzir produtos defeituosos;
- Desperdício de mão de obra mal utilizada.

A eliminação completa desses desperdícios pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem (Taiichi, 1997), e para realizá-lo é preciso produzir apenas a quantidade necessária para o consumo, uma vez que de acordo com a teoria Lean, o excesso de inventário é um dos tipos de desperdícios mais importantes. Dessa maneira, o enfoque é conseguir eliminar qualquer tipo de estoque que não seja necessário para poder suprir a necessidade do cliente. Em resumo, a meta da metodologia *lean* é eliminar os desperdícios, diminuindo os estoques que estão inoperantes, e dessa maneira diminuir o LT dos processos sejam eles os de fabricação ou mesmo os de entrega, potencializando a velocidade no fluxo da cadeia de suprimento (GOLDSBY, 2005).

2.5. Seis Sigma

O termo Sigma (σ) vem do alfabeto grego e representa o desvio padrão de uma série, uma medida de variabilidade que casa justamente com o objetivo da metodologia, de identificar, controlar e solucionar as variabilidades de um processo. Em 1922, Walter Shewhart introduziu o conceito de nível três sigma, como uma maneira de se avaliar a variabilidade e assim, estabeleceu que se um processo não atingisse este nível ele necessitaria de uma intervenção. Segundo Raisinghani (2005), até os anos oitenta, o limite do três sigma foi considerado adequado, porém com o passar dos anos fez-se necessário o estabelecimento de condições melhores para se adequarem ao mercado.

O Seis Sigma nasceu na Motorola, em janeiro de 1987, com o intuito de fazer com que a empresa fosse capaz de enfrentar os concorrentes estrangeiros, que naquela época vinham fabricado produtos de melhor qualidade a um custo de produção mais baixo (WEKERMA, 2012). A Motorola recebeu o Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige em 1988 e a partir daí o Seis Sigma passou a ser conhecido como o responsável pelo sucesso alcançado pela organização. Com a implementação da metodologia, a Motorola obteve ganhos de 2,2 bilhões de dólares entre o final da década de 80 e o início da década de 90.

O Seis Sigma é uma metodologia de gestão que tem como objetivo, entender e eliminar os efeitos da variação que não agregam valor nos processos em uma empresa.

Nessa metodologia, a voz do cliente (VOC) é o centro das atenções e é baseada nela que as resoluções do problema são desenvolvidas. Com a implementação do Seis Sigma, a empresa conseguirá reduzir a variabilidade dos seus processos, além de gerar uma redução nos custos, obter uma melhoria na satisfação do cliente e conseqüentemente, aumentar a receita de vendas da companhia (CIA). O entendimento da meta do Seis Sigma pode ser facilitado se fizermos uma comparação entre o padrão atual, no qual grande parte das empresas vem operando (Quatro Sigma ou 99,38% conforme), e a performance Seis Sigma (99,99966% conforme) (WEKERMA, 2012) e pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 - Comparação padrão atual (Quatro Sigma) e a performance Seis Sigma



Fonte: WERKEMA, Cristina. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. Elsevier Editora Ltda. Vol 2. 3 Ed. 2012

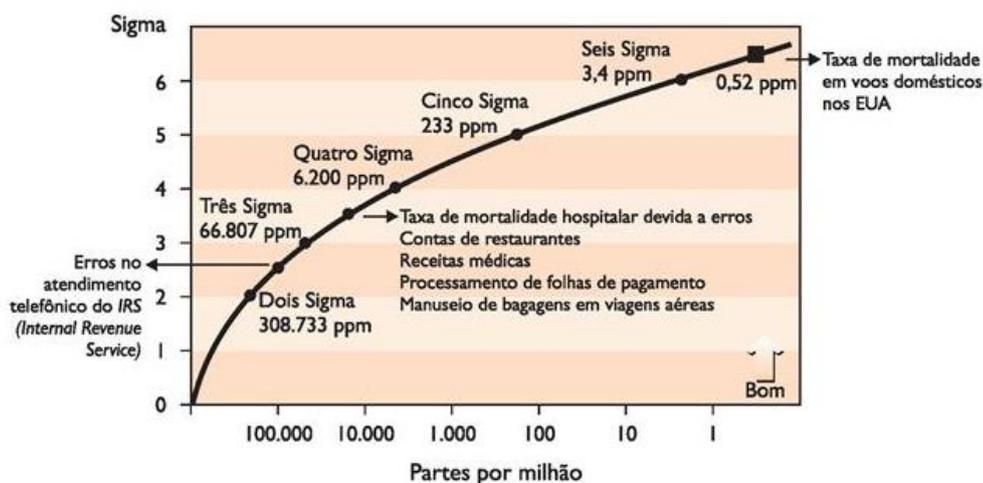
O programa Seis Sigma possui diversas definições e interpretações, Wekerma (2012) traz uma visão mais ampla do programa como um todo, dividindo em tópicos:

- A escala: foi desenvolvida uma escala referente à metodologia, denominada Escala Sigma, onde se mede o nível da qualidade referente a um determinado processo. Quanto maior o valor dessa escala, maior será o nível de qualidade;
- A meta: o Seis Sigma tem como objetivo aproximar o processo do zero defeito (3,4 defeitos para cada milhão de operações realizadas);
- O benchmark: maneira para se comparar o nível de qualidade de produtos, operações e processos;

- A estatística: utilizada para avaliar o desempenho das características que são críticas e comprometem a qualidade;
- A filosofia: acredita-se na melhoria contínua dos processos, sempre se atualizando, auxiliando a redução de variabilidade no mesmo e buscando o zero defeito;
- A estratégia: consiste na relação entre projetos, fabricação, qualidade final, entrega do produto e a satisfação dos consumidores;
- A visão: busca transformar a empresa e levá-la a ser a melhor do seu ramo.

A Figura 10 representa a evolução da escala, além de apresentar alguns exemplos de serviços pode-se perceber que o nível sigma de qualidade não se comporta linearmente quando relacionada a quantidade de defeitos por milhão.

Figura 10 - Exemplos de performance na escala Seis Sigma



Fonte: WERKEMA, Cristina. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. Elsevier Editora Ltda. Vol 2. 3 Ed. 2012

O sucesso do programa Seis Sigma se deve grande parte a sua abordagem e a forma de implementação única. É comum dizer que o Seis Sigma é sustentado por três pilares essenciais, como demonstrado na Figura 11: benefícios gerados pelo aumento da lucratividade da empresa, a partir da redução dos custos e do aumento nas vendas, no DMAIC, metodologia para se conduzir o desenvolvimento de um projeto (que será referenciada mais adiante) e o grau de comprometimento da cúpula executiva da empresa.

Unindo esses três fatores, obtemos o segredo do sucesso da metodologia Seis Sigma (WERKEMA, 2012).

Figura 11 - O segredo do sucesso do Seis Sigma



Fonte: Adaptado Werkema, 2012

Porém existem outros aspectos fundamentais que auxiliam esses três pilares, segundo Werkema (2012):

- Foco na satisfação do consumidor (a partir das Características Críticas para a Qualidade/ *Critical to Quality* (CTQ));
- Infraestrutura criada na empresa, através dos programas de *belts*, para poder treinar todos da empresa com o intuito de se desenvolver uma cultura que seja sustentável. Dessa maneira, com papéis bem definidos para os patrocinadores e especialistas do Seis Sigma (*Sponsors, Champions, Master Black Belts, Black Belts e Green Belts*) a cultura vai se perdurando ao longo do tempo;
- Busca contínua da redução da variabilidade;
- Extensão para o projeto de produtos e processos (*Design for Seis Sigma (DFSS)*);
- Aplicação efetiva nos processos administrativos, de serviços ou de transações.

Tudo isso corrobora para que a implementação do Seis Sigma seja um sucesso, acarretando uma diminuição na variabilidade dos processos e um potencial aumento no lucro obtido da empresa.

2.6. Lean Seis Sigma

A integração do Lean com o Seis Sigma unindo os pontos fortes de cada um se denomina Lean Seis Sigma (Lean Seis Sigma) e surge, pois, segundo Werkema (2012): o *Lean Manufacturing* não conta com um método estruturado e profundo de solução de problemas e com ferramentas estatísticas para lidar com a variabilidade, aspecto que pode ser complementado pelo Seis Sigma. Já o Seis Sigma não enfatiza a melhoria da velocidade dos processos e a redução do *lead time*, aspectos que constituem o núcleo de *Lean Manufacturing*. Assim sendo, o LSS apresenta uma estratégia mais abrangente, poderosa e eficaz para a resolução de todos os tipos de problemas, que englobam aspectos relacionados à melhoria de processos e de produtos.

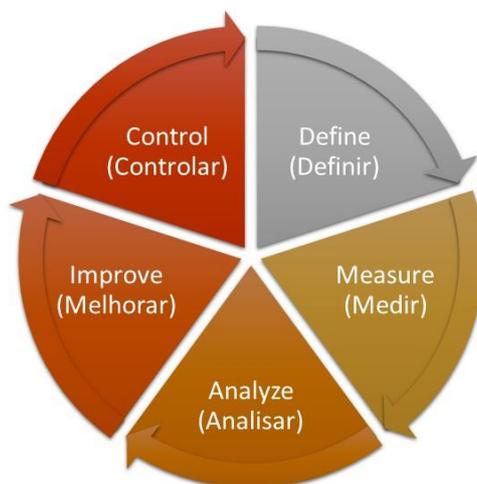
Pode-se citar inúmeros trabalhos na literatura em que os resultados obtidos na implementação da metodologia LSS foi positivo. Sgarbi Júnior (2011) em seu trabalho intitulado “Lean Seis Sigma na Logística – Uma Aplicação na Gestão de Estoque de uma Empresa de Autopeças” conseguiu reduzir o valor do inventário de R\$4.700.000,00 para R\$3.350.000,00, uma diminuição de cerca de 30%, além de elevar o nível de serviço ao cliente, de 98% para 99%, uma pequena melhoria que ajudou a concluir que a diminuição do nível dos estoques não afetou negativamente na entrega final ao cliente. Esse é apenas um exemplo do impacto positivo que a implementação dessa metodologia trás para o processo em si, potencializando a produção e otimizando o tempo.

2.6.1. Metodologia de um projeto de LSS

Os projetos Lean Seis Sigma seguem uma metodologia já definida. Para se iniciar um projeto LSS, é necessário a constituição de equipes para a execução do projeto que possam contribuir para o alcance das metas da empresa (WERKEMA, 2012). Definida a equipe, o projeto segue uma metodologia já definida denominada DMAIC, que é constituída por 5 etapas: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyse* (Analisar), *Improve* (Melhorar) e *Control* (Controlar). Como mostrado na Figura 12, esse método é cíclico, uma vez implementado, o projeto deve seguir o ciclo, até que os resultados desejados

sejam obtidos. O método DMAIC passou a ser a base da filosofia Seis Sigma nas empresas, sendo fundamental para o seu sucesso (ROTONDARO, 2002).

Figura 12 - Método DMAIC



Fonte: Adaptado Werkema, 2012

Segundo Wekerma (2012), o que deve ser realizado em cada uma das etapas apresentadas estão descritos abaixo:

- Definir: Na primeira etapa da metodologia DMAIC é necessário definir o escopo do projeto: Definir a equipe que estará responsável por desenvolver o projeto, validar a importância do mesmo e entender a necessidade dos clientes que se beneficiarão do projeto (internos e externos).
- Medir: Nesta etapa iremos refinar o problema a ser trabalhado, definindo o foco de atuação ao qual o projeto estará voltado e consolidando a confiabilidade da sua base de dados. Tendo isso desenvolvido, é preciso definir os problemas prioritários e definir as metas do projeto.
- Analisar: Na terceira etapa do ciclo, determina-se as causas possíveis para o problema definido, para tal é preciso realizar a análise do processo causador do problema prioritário e assim, analisar as possíveis causas geradoras do problema.
- Melhorar: Nessa etapa, são propostas, avaliadas e implementadas soluções para os problemas definidos. As soluções são implementadas e medidas, com a

finalidade de se alcançar a meta desejada, caso não tenha sido atingida, aconselha-se a partir novamente da etapa Medir, para uma nova análise.

- **Controlar:** É a última etapa do ciclo e consiste na etapa responsável por garantir o atingimento da meta a longo prazo. Para isso, é necessário realizar a padronização das soluções, caso a meta seja alcançada e essas alterações devem ser passadas para a equipe responsável pelo processo. Deve-se desenvolver um plano para o acompanhamento da performance e caso haja algumas anomalias, deve-se traçar um plano para realizar ações corretivas.

Em cada uma das etapas do método DMAIC existem diversas técnicas e ferramentas que podem ser empregadas. Contudo, o que caracteriza o método DMAIC como um método sistemático de resolução de problemas, é a utilização dessas ferramentas de maneira integrada, baseando-se em dados e ferramentas capazes de garantir o atingimento das metas estratégicas desejados pela empresa (WERKEMA, 2012). No Quadro 1 está representado as ferramentas presentes no método bem como as etapas nas quais elas são utilizadas.

Quadro 1 – Ferramentas utilizadas na metodologia DMAIC

Ferramentas	Etapa DMAIC ao qual a ferramenta é mais utilizada				
	Define	Measure	Analyse	Improve	Control
<i>Project Charter</i>	✓				
SIPOC (<i>Supplier, Input, Process, Output e Customer</i>)	✓				
VOC (<i>Voz do Cliente</i>)	✓				
Análise Econômica	✓				
Análise de séries temporais (<i>Run charts</i>)	✓				
Gráfico Sequencial	✓	✓			
Carta de Controle	✓	✓			✓
Métricas do Seis Sigma	✓	✓			✓
Mapa de Raciocínio	✓	✓	✓	✓	✓
Análise Multiderivada		✓			
Cálculo Matemático		✓			
Plano de Coleta de Dados		✓			✓
Folha de Verificação		✓			✓
Amostragem		✓			✓
Diagrama de Pareto		✓			✓
Índices de Capacidade		✓			✓
Estratificação		✓			
<i>Boxplot</i>		✓	✓		
Análise de Sistema de Medição/Inspeção (MSE) - (<i>Gage R&R</i>)		✓	✓		✓
Histograma		✓	✓		✓

Fonte: Adaptada Werkema, 2012

Continuação Quadro 1 - Ferramentas utilizadas na metodologia DMAIC

Ferramentas	Etapa DMAIC ao qual a ferramenta é mais utilizada				
	Define	Measure	Analyse	Improve	Control
Fluxograma			✓		
Mapa de Processo			✓		
Mapa de Produto			✓		
Análise do Tempo de Ciclo			✓		
FTA			✓		
Diagrama de Dispersão			✓		
Cartas "Multi-Vari"			✓		
Análise de Regressão			✓		
Teste de Hipóteses			✓		
Análise e Variância			✓		
Planejamento de Experimentos			✓		
Análise de Tempo de Falhas			✓		
Teste de Vida Aceleradps			✓		
<i>Brainstorming</i>			✓	✓	
Diagrama de Causa e Efeito			✓	✓	
Diagrama de Afinidades			✓	✓	
Diagrama de Relações			✓	✓	
Diagrama de Matriz			✓	✓	
Matriz de Priorização			✓	✓	
FMEA (<i>Failura Mode na Effect Analysis</i>)			✓	✓	
<i>Stakeholders Analysis</i>				✓	
Teste na Operação				✓	
Teste de Mercado				✓	
Simulação				✓	
Operação Evolutiva				✓	
Teste de Hipóteses				✓	
Simulação				✓	
Operação Evolutiva (EVOP)				✓	
5W2H				✓	
Diagrama de Árvore				✓	
Diagrama de Gantt				✓	
PERF/COM				✓	
Diagrama do Processo Decisório (PDPC)				✓	
Procedimento Padrão					✓
Poka-Yoke (<i>Mistake-Proofing</i>)					✓
Manuais					✓
OJT (<i>On the Job Training</i>)					✓
Relatório de Anomalias					✓
OCAP (<i>Out of Control Action Plan</i>)					✓

Fonte: O Autor (Adaptada Werkema, 2012)

Pode-se observar pelo Quadro 1 que existem diversas ferramentas para se poder utilizar entre as etapas da metodologia DMAIC. Mas para se desenvolver um projeto não é preciso utilizar todas as ferramentas disponibilizadas, basta identificar quais ferramentas melhor se encaixarão no projeto em questão e focar nas ferramentas de melhoria que agregam valor ao problema tratado (BREYFOGLE, 2003). As ferramentas que serão utilizadas no projeto serão especificadas a seguir.

2.7. *Voice of Customer (VOC)*

A *Voice of Customer* ou Voz do Cliente (VOC) é a expressão das necessidades dos clientes, frente ao serviço prestado por determinado time. Consiste em escutar quais são as dores dos clientes e identificar como o processo pode ser alterado/melhorado para que as dores detectadas sejam minimizadas ou até mesmo mitigadas.

Geralmente essa é uma ferramenta utilizada no início do projeto, para que se consiga identificar a dor do cliente, e dessa maneira conseguir iniciar o plano para melhor solucioná-lo. Para tal, efetua-se uma série de questionamentos para os possíveis interessados com o projeto, para se listar depoimentos de dores presentes no processo. Após isso, parte-se para a etapa de medição que possui algumas outras ferramentas que foram utilizadas nesse projeto.

2.8. Diagrama de Pareto

Segundo Basu (2009), um Diagrama de Pareto é um tipo de gráfico de barras especial que ordena as barras da maior para o menor com o intuito de se priorizar os problemas de qualquer natureza.

2.9. Histograma

Um histograma segundo Basu (2009) é uma representação gráfica de dados disponibilizados de acordo com a sua frequência de ocorrência. É um gráfico de barras de variáveis numéricas que garante uma representação gráfica de como os dados estão distribuídos.

2.10. Project Model Canvas

O modelo de projeto Canvas, segundo Camargo (2019) é uma metodologia robusta, mas ao mesmo tempo simples, de planejamento de projetos. É uma metodologia que faz uso de conceitos visuais da neurociência aliados a uma estrutura lógica de componentes que formam um plano de projeto. É uma metodologia versátil, ágil em que todos os colaboradores possam ter uma visualização completa do projeto de uma maneira simples e objetiva.

2.11. Diagrama SIPOC

O Diagrama SIPOC segundo Basu (2009) é um tipo de mapeamento de processo de alto nível, uma vez que fornece uma visualização de como uma CIA trabalha para satisfazer um determinado cliente ao longo da cadeia de suprimentos. Ele possui essa sigla pois o diagrama é composto pelos seguintes itens:

- *Supplier* (Cliente): A pessoa ou a CIA que fornece os *inputs* para que o processo em si ocorra (ex: matéria prima, ordem de compra, informação, etc.). Ele pode ser interno ou externo à CIA.
- *Inputs*: Materiais, informações, dados, ordens, etc. que são requeridos para se dar início ao processo.
- *Process* (Processo): Os passos necessários para transformar os *inputs* em *outputs*.
- *Outputs*: O produto gerado a partir dos *inputs* e do processo que será entregue aos clientes.
- *Customer* (Cliente): É aquele que receberá o produto gerado.

2.12. Diagrama de Causa e Efeito

O Diagrama de Causa e Efeito, ou Diagrama de Ishikawa é utilizado como um meio para se realizar um levantamento das possíveis causas para um determinado problema (BASU, 2009). Ele foi utilizado primeiramente pelo engenheiro japonês de controle da qualidade, Kaoru Ishikawa, e pode também ser denominado como Diagrama de Espinha de Peixe, pois seu formato remete ao esqueleto do peixe. O propósito do diagrama é auxiliar no *brainstorming* e permitir que o time identifique a causa raiz do problema proposto.

Ishikawa definiu 6 tipos de causas que na grande maioria das ocasiões, são a razão da existência do problema em que se busca desenvolver uma solução (ANDRADE, 2017). Cada uma dessas causas se inicia com a letra M e estão apresentadas a seguir.

- **Materiais:** como o tipo e a qualidade dos materiais utilizados no processo influenciam no desenvolvimento do problema;
- **Meio Ambiente:** como o espaço em que o processo está sendo desenvolvido atrapalha a atividade culminando no surgimento do problema;
- **Mão de obra:** como as pessoas que estão diretamente envolvidas no processo podem influenciar no surgimento do problema;
- **Máquinas:** como possivelmente o maquinário utilizado no processo podem influenciar para o surgimento do problema;
- **Medição:** como as métricas utilizadas para a medição do desenvolvimento do processo influenciam o problema;
- **Métodos:** como a maneira como o trabalho é desenvolvido pode influenciar no problema.

2.13. Cinco porquês

O Cinco Porquês é uma técnica que é amplamente utilizada para análises de problemas, onde são realizadas cinco questões sucessivamente com o intuito de comprovar as causas de um problema e com sorte, desvendar e chegar ao coração do problema (BASU, 2009).

Os passos básicos para a implementação dessa ferramenta são:

- 1) Selecionar o problema para análise;
- 2) Pergunte cinco perguntas com o por quê, uma atrás da outra;
- 3) Não defenda a resposta, ou aponte o dedo para culpar terceiros;
- 4) Determine a causa raiz do problema.

2.14. Diagrama de Fluxo

Um Diagrama de Fluxo é uma representação visual de todos os passos de um processo (BASU, 2009). A utilidade desse diagrama reside na possibilidade de garantir que o time entenda um processo melhor, identificando o fluxo atual ou a sequência de

eventos de um processo que culmina na produção de um produto ou prestação de algum serviço. Sendo assim, o diagrama ajuda a enxergar todas as etapas de um processo facilitando dessa maneira a possibilidade de se observar uma melhoria no processo.

Existem variações de um Diagrama de Fluxo, dependendo dos detalhes requeridos em sua aplicação (BASU, 2009). Nesse caso em específico, será utilizado o Mapeamento de Processos, que segundo Basu (2009) é uma ferramenta para representar um processo através de um diagrama contendo uma série de atividades linkadas ou atividades que produzem um *output*.

2.15. Brainstorming

Brainstorming é uma ferramenta de melhoria em que o time participa de maneira colaborativa para criar de forma criativa e eficiente, para poder gerar um grande número de ideias de qualquer tópico para poder desenvolver uma solução para o problema proposto, sempre encorajando o pensamento livre (BASU, 2009). Existem algumas variações no processo de *brainstorming*, mas o utilizado no projeto em questão é o método “*Freewheeling*” que basicamente significa que o quanto mais disruptiva a ideia for, melhor será, e prega que as ideias são produzidas por qualquer um em qualquer momento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi realizado em uma empresa do setor alimentício, entre julho de 2020 e outubro do mesmo ano, e que neste trabalho será denominada como “Empresa Z” (O nome da empresa será omitido). É uma multinacional pertencente a um grupo de origem americana, com grande presença no mercado mundial alimentício. A unidade em que o trabalho foi realizado está localizada no estado de São Paulo, e a área de maior impacto do projeto foi o setor da logística, mais especificadamente na programação do ressuprimento dos estoques de suas demais unidades.

A empresa Z comercializa mais de 100 rótulos de produtos em grandes volumes. As unidades responsáveis por realizar sua distribuição para o consumidor final são os Centros de Distribuição Direta (CDDs), bem como as fábricas são responsáveis por produzir esses produtos, mas para realizar a distribuição, um processo logístico de entrega

de produtos para ressuprir os estoques dos CDDs robusto e bem desenvolvido é necessário para que se possa entregar o produto certo, no momento certo e sem desperdício, respeitando os princípios do GCS.

O processo de logística de qualquer empresa tende a ser complexo, pois envolve diversos passos para que o processo em si se concretize: a programação para a produção do produto, e isso envolve a aquisição dos insumos envolvidos na produção, a programação de entrega para ressuprir os estoques e a entrega dos produtos propriamente dita. Para se ter um controle maior dos processos que envolvem a entrega final, a empresa Z possui um esquema de desenvolvimento de metas, com o intuito de poder acompanhar e medir seus processos para identificar possíveis oportunidades de aprimoramento e otimização. A definição de metas é cascadeada da diretoria executiva, que define as metas de maneira macro, para as demais áreas da CIA. É importante citar os métodos de medição adotados pela empresa pois, é a partir deles que serão estabelecidas as metas do projeto em questão.

O projeto foi desenvolvido em uma determinada área dentro da cadeia logística, a programação do ressuprimento dos estoques. Na empresa em questão, essa programação ocorria seguindo algumas diretrizes, que eram cascadeadas desde a diretoria executiva, que elaborava um plano trimestral de ressuprimento, até a área em questão que realizava a programação diariamente. A área em questão tinha como produto final um plano de programação para ressuprir os estoques das unidades especificadas, mas para tal se faz necessário uma série de *inputs* que fariam com que a ordem de programação fosse disparada.

Como método utilizou-se do acompanhamento da necessidade de adição de produto para ser enviado à uma determinada unidade, é disponibilizado para a área uma ferramenta que consolida todos os estoques de todas as unidades da empresa, e nela, também estão presentes todos os diferentes produtos contidos nesses estoques. Essa ferramenta segue algumas métricas que são geradas a partir dos *inputs* necessários. Com essa visibilidade o time consegue programar diariamente o ressuprimento dos estoques das unidades.

Com o objetivo de acompanhar o desempenho do time como um todo foram estabelecidas algumas metas, levando em consideração alguns indicadores. Uma vez que a área em si acaba envolvendo grande parte da cadeia logística, alguns desses indicadores são relacionados com outras áreas da cadeia logística da empresa, com o intuito de desenvolver um trabalho colaborativo entre os diferentes times da logística. Alguns dos

indicadores acompanhados pela área e que serão foco nesse projeto são: o nível de estoques em *out*, ou seja, estoques fora do nível objetivo e/ou no nível do estoque de segurança como mostrado na Figura 8; o furo, que é a não efetividade do carregamento frente ao planejamento proposto; e por fim, a falta de produtos devido ao não acompanhamento dos níveis dos estoques nas unidades. Para todos esses indicadores, foram definidas métricas de medição para que a partir disso, sejam propostas metas para serem alcançadas.

A programação feita pelo time é manual, porém possui auxílio de uma ferramenta computacional que monta um planejamento prévio, para facilitar o trabalho do time como um todo. Porém, a programação é realizada em um horizonte de 2 dias sendo que se considera que os produtos serão entregues no mesmo dia em que foram carregados, o que na prática muitas vezes não acontece, e isso dificulta um pouco para que a ferramenta produza uma sugestão totalmente ideal. O modelo de programação é ideal para realizar a transferência de produtos entre unidades próximas, mas entre unidades em que o LT é maior do que apenas um dia a programação já apresenta alguns impactos negativos.

O projeto que será apresentado nesse trabalho busca identificar o impacto da programação levar em consideração um horizonte de 2 dias, considerando a pronta entrega, em unidades com grandes LT e assim, posteriormente, desenvolver maneiras para minimizar esse impacto. Para tal, será utilizada a metodologia apresentada do LSS, utilizando o método DMAIC, para poder definir o problema, mensurar ele, analisar e implementar uma possível solução e controlá-la posteriormente. Devido à pandemia, todo o projeto foi desenvolvido remotamente e seu desenvolvimento durou alguns meses: a implementação levou 1 mês para acontecer, do dia 03 de agosto até 01 de setembro e a medição dos resultados por parte do desenvolvedor do projeto foi realizado nos 2 meses seguintes.

O início do projeto se deu a partir da primeira etapa do ciclo DMAIC, a definição, como pode-se observar na seção a seguir:

3.1. Definir

Como não se sabe ao certo ainda a dimensão do problema presente no dia-a-dia da equipe, precisou-se, constatar primeiramente o problema em si para que o projeto pudesse ter uma visibilidade frente à gerência e dessa maneira, atrair um olhar mais comprometido do time como um todo.

3.1.1. *Voice of Customer* ou Voz do Cliente (VOC)

Primeiramente foi preciso checar com os clientes diretos dos serviços prestados pela empresa/time, qual era a percepção deles quanto ao resultado da programação feita pelo time para aqueles clientes que estão localizados à uma distância maior da principal fábrica que abastece seus estoques.

O principal cliente do time da programação eram aqueles responsáveis pelas unidades de destino que recebem os produtos programados, porém, o time responsável pelo carregamento dos produtos e a posterior entrega deles também é um cliente do time em questão, uma vez que o produto final da programação é um plano de carregamento dos caminhões. Dessa maneira como um método para identificar a existência do problema proposto, foi aplicado um questionário para aqueles responsáveis pelos estoques e vendas dessas unidades destino e para o time de transportes. A pergunta feita para cada um dos entrevistados foi:

- Qual é o impacto causado pela programação ser realizada levando em consideração um horizonte de 2 dias?

A partir dos resultados obtidos através dessa ferramenta, é possível identificar um problema que o nosso principal cliente está sentindo, e a partir disso, desenvolver um projeto através do ciclo DMAIC, ao qual irá sanar essa dor observada no nosso consumidor.

3.2. Medir

Nessa fase, será realizada algumas análises com as bases de dados obtidas da CIA, para que se possa mensurar a dimensão do problema, e a partir disso conseguir desenvolver um projeto viável a fim de auxiliar o alcance das metas estabelecidas ao longo do ano. Primeiramente, desenvolveu-se um Diagrama de Pareto com o volume transportado no mês de agosto.

3.2.1. Diagrama de Pareto

Nesse caso em específico o gráfico foi utilizado para poder se ter uma noção da quantidade do volume que cada trecho transporta no mês, para isso, foi preciso dividir os

trechos em *clusters* para que dessa maneira fosse possível checar a participação de cada um deles na operação como um todo. A divisão das segmentações se deu como uma sugestão da gerência, e a partir delas, é possível obter os *clusters*.

Os *clusters* criados estão apresentados no Quadro 2 e a definição diz respeito ao tempo de entrega gasto para que o produto chegue ao seu destino final em cada trecho.

Quadro 2 – Clusters dos trechos

Clusterização	Definição
Cluster 1	<= 24h
Cluster 2	> 24h e <=36h
Cluster 3	>36h e <=48h
Cluster 4	>48h e <=60h
Cluster 5	>60h e <=72h
Cluster 6	>84h e <=96h
Cluster 7	>96h

Fonte: O autor

Com os *clusters* já criados, foi possível realizar uma análise do montante transportado no mês de agosto de 2020, e a partir disso, desenvolver um Diagrama de Pareto para constatar qual era o trecho que transportava um maior volume. Nesse diagrama, utilizando os dados da base da CIA, é possível observar como o volume da mesma se comportava com relação aos *clusters* apresentados. Porém isso não caracterizava que, existia um problema no processo envolvendo o tempo de entrega, por isso partiu-se para o desenvolvimento de um histograma da falta de produto para o cliente.

3.2.2. Histograma

Utilizando a base de dados da CIA referente às faltas presentes nas unidades destino da programação e relacionando-a com a quilometragem dos trechos já apresentada anteriormente, desenvolveu-se um histograma que referencia à falta com relação à quilometragem dos trechos, uma vez que o histograma concede a informação de frequência. Com ele podemos identificar, uma vez que se correlacionou falta de produto com distância, em quais trechos isso ocorre mais frequentemente, e assim pode-se identificar se existe uma relação entre a falta com a quilometragem dos trechos.

Feito isso, e após a identificação ou não da correlação, é possível definir o projeto que será implementado na área, utilizando a metodologia *Project Model Canvas*, referenciada na seção 2.10.

3.3. Definir 2 – *Project Model Canvas*

Com a constatação do problema a ser enfrentado, e com o apoio da gerência obtido, foi possível dar seguimento ao desenvolvimento do projeto. Para o desenvolvimento do escopo do projeto, utilizou-se a metodologia *Project Model Canvas*, que concede uma completa definição do que irá se tratar o projeto, quais serão suas metas, quais seus maiores ofensores, quanto será gasto nele, quem serão os clientes desse projeto, dentre outras coisas que são disponibilizadas pelo modelo do projeto.

É importante salientar que, antes de se iniciar o desenvolvimento do *Project Model*, é preciso que o time envolvido nele esteja completamente alinhado, e engajado para que se possa surgir ideias que não só resolverão o problema, mas também mudará o patamar da equipe como um todo.

Para o desenvolvimento da metodologia, é preciso a realização de uma série de reuniões da equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto. Porque nessas reuniões serão desenvolvidos e estruturados todos os componentes presentes na metodologia, desde a definição do projeto em si, até o cronograma das semanas e o quanto esse projeto custará.

3.3.1. Diagrama SIPOC

Para se desenvolver o diagrama de SIPOC e assim, ter uma melhor visão de como o processo acontece no detalhe, é preciso primeiramente ter como foco, a clara definição de cada letra da sigla. Primeiramente, o fornecedor que irá dar o input para que o processo ocorra. Com isso já detalhado, desenvolve-se o processo em si, detalhadamente para entender como cada parte envolvida nele trabalha e tem sua devida importância. Feito isso, é momento de identificar qual o produto gerado pelo processo e quem será o consumidor do mesmo.

Com o desenvolvimento do diagrama, e a constatação dos envolvidos no processo, é possível identificar no detalhe como o processo é, e onde estão situados seus gargalos.

3.4. Medir 2 – Unidade com maior criticidade

Com o projeto finalmente definido e os clientes e fornecedores estabelecidos, parte-se então à medição do maior ofensor apresentado na seção 3.2. Nessa seção é possível constatar, através de medições, qual é a Unidade que mais apresenta resultados negativos para o atingimento da meta. Quando um projeto dessa magnitude é implementado, geralmente escolhe-se a opção que possui os piores resultados, para que dessa maneira o panorama geral apresente uma melhora como um todo.

3.5. Analisar 2 – Processo de programação Unidade X

O projeto foi definido, os clientes e fornecedores foram determinados e o impacto da unidade em questão foi mensurado, parte-se então para a análise da causa raiz do problema, como um método de identificar o que de fato estaria causando o problema constatado anteriormente.

3.5.1. Diagrama de Causa e Efeito

Com tal objetivo, utiliza-se de ferramentas que possibilitem encontrar as possíveis causas do problema, para que, posteriormente elas possam ser atacadas e sanadas. Nesse projeto utilizou-se o Diagrama de Causa e Efeito. Nele é possível realizar um levantamento das possíveis causas principais que levaram o problema a se desenvolver.

Para se construir esse diagrama, primeiramente coloca-se o problema principal na cabeça da espinha do peixe, e nas ramificações, através de reuniões de *brainstorming* com o time, faz-se o levantamento das causas que podem ocasionar o problema em questão. Feito isso, é preciso definir um foco nas causas que surgiram para realmente se chegar na causa raiz através do complemento do diagrama de causa e efeito, que é denominado Cinco Porquês.

3.5.2. Cinco Porquês

Os Cinco Porquês surgem como uma extensão do Diagrama de Causa e Efeito, uma vez que o desenvolvimento do mesmo apenas se dá, quando se utiliza previamente do conteúdo obtido no diagrama. Aqui, como já abordado anteriormente, é preciso realizar uma série de 5 questionamentos acerca do motivo pelo qual, aquele determinado problema ocorre. Assim sendo, ao se chegar na 5ª etapa, será possível chegar à causa raiz do problema e a partir disso será possível desenvolver uma solução para o mesmo.

3.5.3. Diagrama de Fluxo

O Diagrama de Fluxo foi uma alternativa encontrada para que se fosse possível identificar o processo como era, identificar onde haviam etapas que não agregavam valor no processo, e a partir disso, removê-las com a finalidade de otimizar o processo.

Para se desenvolver um Diagrama de Fluxo, é preciso mapear cada etapa do processo e interliga-los por meio de setas, indicando o fluxo em que o processo ocorre. Para tal, foram feitas reuniões de identificação com o time responsável pelo processo e assim desenhou-se o diagrama para que, na etapa conseguinte, o diagrama pudesse ser modificado, otimizando o processo.

3.6. Melhorar

Essa é a etapa onde se busca melhorias para o processo, ou maneiras de otimizá-lo para que o problema possa ser minimizado ou até mitigado. Nessa etapa, foi realizada um *brainstorming* juntamente com o time da programação como um todo, para conseguir desenvolver uma solução que fosse viável e sustentável a longo prazo.

3.6.1. Brainstorming

Em reuniões realizadas com o time da programação, foram apresentadas diversas ideias de como se poderia minimizar o problema constatado na programação de unidades com grandes LT, porém eram ideias sem aplicação a curto prazo, ideias que necessitavam

de um investimento mais pesado para que fossem instauradas. Mas uma dessas ideias surgiu como um potencial solução aplicável, que era a alteração do fluxo de programação em si.

3.7. Controlar

Após a implementação do projeto desenvolvido na etapa anterior, como já citado anteriormente, o processo foi controlado nos meses seguintes. Nessa etapa, garantiu-se que os analistas, apesar de relutantes, implementassem o novo fluxo e seguissem conforme pré-determinado, porém, ao longo dos dias foram necessários alguns ajustes na implementação, como a criação de uma reunião semanal com a unidade para consolidar a planilha já que a ferramenta não conseguia informar a dispersão de demanda de determinado produto e isso culminava na não programação de alguns itens.

O alinhamento foi realizado ao longo dos meses e o fluxo foi se tornando mais encorpado e bem visto tanto pelo time da programação quanto pelo time da Unidade X. Os resultados obtidos pela implementação dessa nova maneira de se programar estão apresentadas no próximo tópico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, será apresentada e discutidos todos os resultados obtidos em cada seção do Material e Métodos.

4.1. Definir – VOC

As respostas obtidas através da *Voice of Customer* foram consolidadas e podem ser observadas no Quadro 3. É importante informar que, as principais fábricas da empresa Z estão localizadas na região Sudeste.

Quadro 3 – Voz do Cliente (VOC)

Cientes	Cidades ou time	Impacto
Cliente 1	João Pessoa	Sistema apresenta GAP do produto de acordo com a Linear de Vendas
Cliente 2	Barreiras	Sistema não enxerga o horizonte real, reação à uma dispersão de demanda é ruim
Cliente 3	Belém	Demora para obtenção do pedido programado para chegar em 2 dias
Cliente 4	Belém	Os analistas possuem apenas visibilidade de 2 dias apenas
Cliente 5	Marabá	Resposta a venda um pouco mais forte é fraca, time marca produtos que tem um giro menor
Cliente 6	Redenção	O time marca mais do que a disponibilidade permite, logo, o furo aumenta
Cliente 7	Cuiabá	Resposta a uma venda forte é muito fraca, já que o produto demora mais para chegar
Cliente 8	Rio Branco	Com esse horizonte a disponibilidade de caminhões é limitada
Cliente 9	Transportes	Complemento de carga no caminhão tardio e inclusão de produto fora do fluxo impactam no envio do carro
Cliente 10	Programação	Dificuldade do time que necessita dos produtos em acertar o ciclo das frotas de caminhão
Cliente 11	Programação	Política de estoque não atende o Lead Time e isso impacta no resultado da programação como um todo

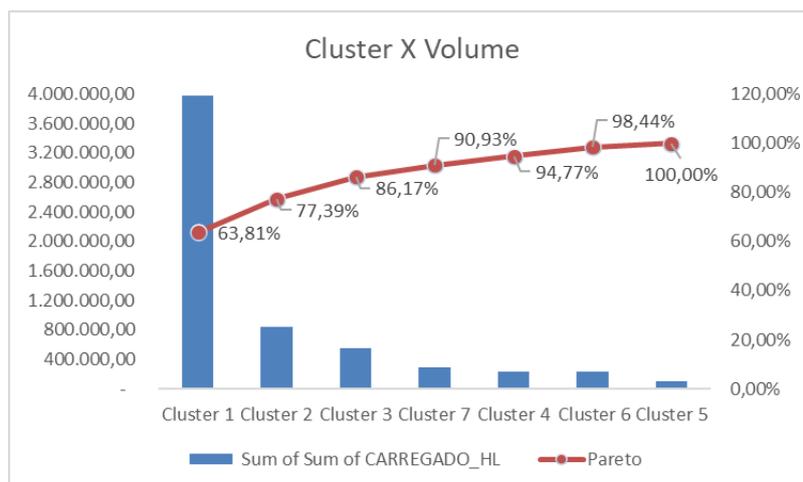
Fonte: O autor

Pode-se observar que a maioria dos clientes entrevistados, sejam eles internos ou externos, são impactados negativamente com a programação, realizada usando um horizonte de 2 dias como *input*. Então, constatou-se que um problema realmente existe, porém ainda não foi possível determinar o quão grande esse problema é, para poder definir um projeto propriamente. Para isso, foram realizadas algumas análises utilizando as bases de dados disponibilizadas pela CIA em questão com a finalidade de se obter uma visão mais quantitativa frente ao suposto problema, entrando na fase de medição do problema.

4.2. Medir – Diagrama de Pareto

Os resultados obtidos a partir do Diagrama de Pareto com a finalidade de se observar a distribuição do volume do mês de agosto, estão apresentados na Figura 13.

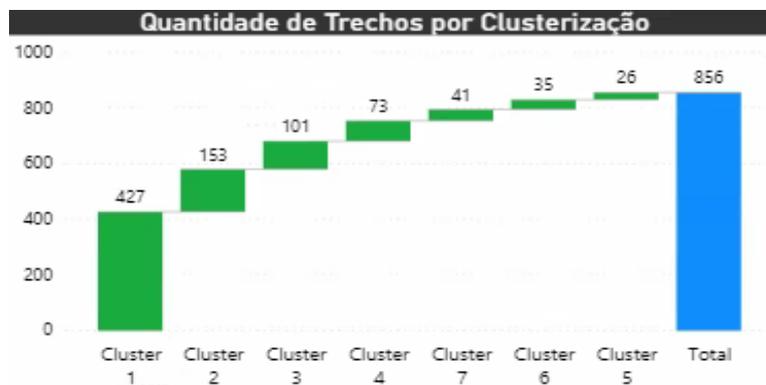
Figura 13 - Diagrama de Pareto, Cluster por Volume transportado



Fonte: O autor

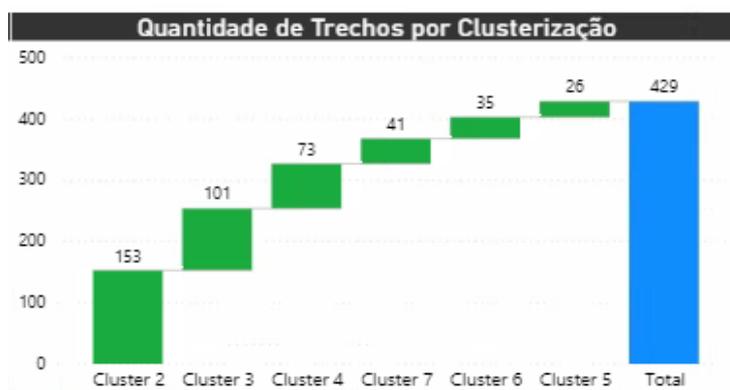
Pode-se observar que o Cluster 1 é disparado o maior responsável pelo transporte do volume da CIA, detendo quase 64% de todo o volume do mês de agosto.

Figura 14 - Quantidade de trechos por clusterização



Fonte: O autor

Figura 15 - Quantidade de trechos por clusterização, excluindo Cluster 1



Fonte: O autor

Realizando uma abertura, para checar a quantidade de trechos existentes em cada cluster, chegou-se no resultado apresentado na Figura 14. Pode-se perceber que o Cluster 1, que é o cluster que transporta a maior parte do volume da CIA, é detentor do maior número de trechos realizados pelos caminhões, com 427 trechos que possuem uma quilometragem abaixo de 500 km. Porém, como pode-se perceber na Figura 15, ao excluir o Cluster 1 da visualização, apresentando apenas trechos com uma quilometragem superior à 500 km, constata-se que a soma de todos os trechos presentes em cada cluster somam 429 trechos e são responsáveis por cerca de aproximadamente 40% do volume.

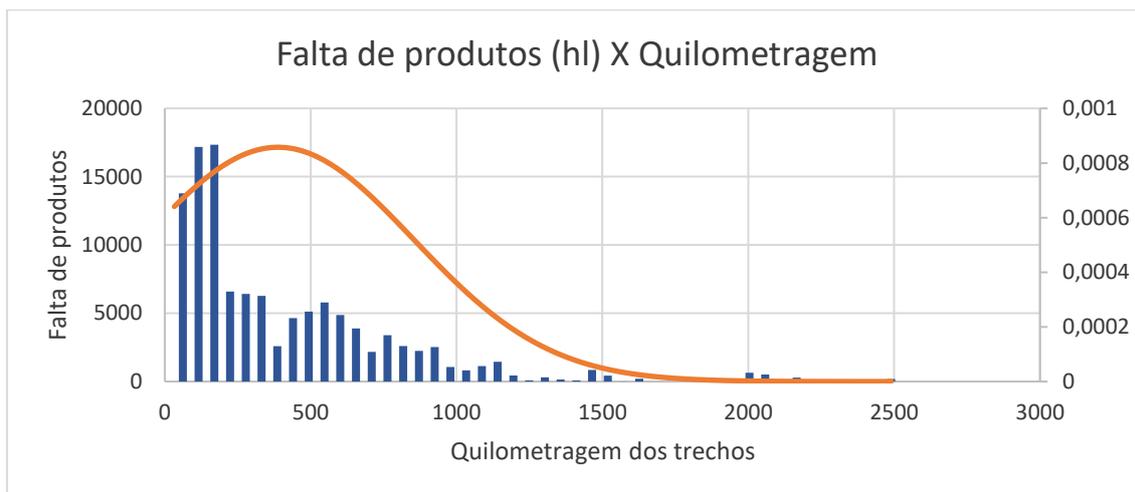
É importante salientar que, uma vez que a região Sudeste, onde há a maior concentração populacional do país e onde se concentra a maior parte da operação da empresa Z, é totalmente esperado que a maior parte do volume estará concentrado em trechos entre a região (trechos menores que 500 km), já que as principais fábricas estão localizadas nelas. Porém, não se pode deixar de lado os demais trechos, pois eles são igualmente importantes e responsáveis por grande parte do volume total da CIA.

Conseguiu-se identificar quais são os trechos que transportam a maior quantidade de mercadoria para a empresa, porém, isso ainda não caracteriza um problema com relação ao tempo de entrega (LT) que é o tema deste projeto. Para isso, foi preciso analisar a base de dados que apresenta os valores de falta, e realizar uma correlação para identificar como a falta se comportava com relação as distâncias dos trechos presentes na CIA. Com o intuito de testar a hipótese de que, a falta ocorre mais onde os trechos são maiores pois o planejamento é realizado em um horizonte de 2 dias e considerando a pronta entrega, foi desenvolvido um histograma.

4.3. Medir – Histograma

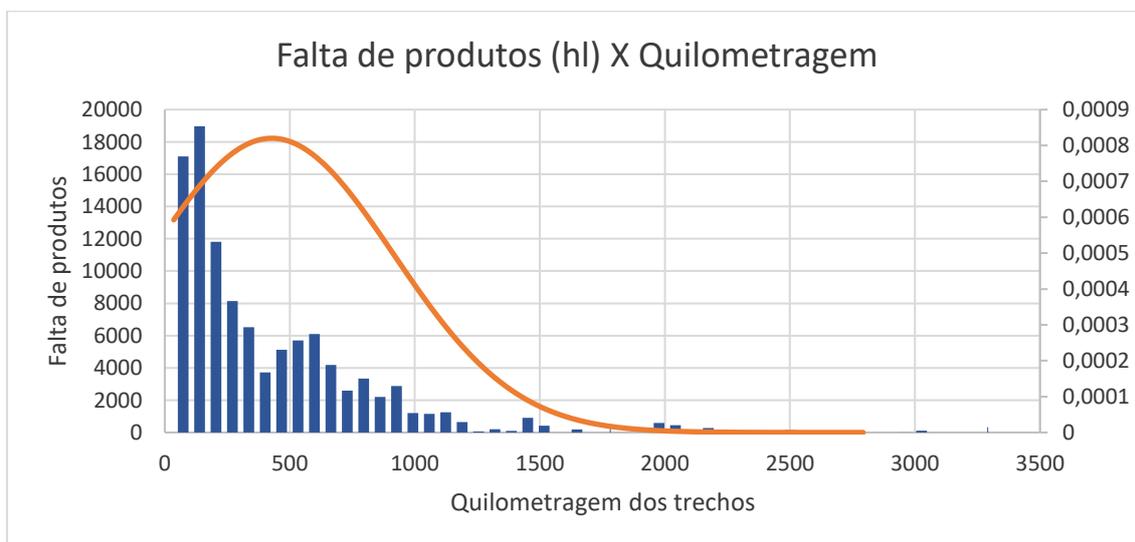
Os resultados referentes ao mês de agosto, do histograma que correlacionava o a distância do trecho com a falta de produto para o cliente, estão apresentados nas Figuras 16 e 17, respectivamente.

Figura 16 - Histograma 01-15 de agosto: Falta por Quilometragem



Fonte: O autor

Figura 17 - Histograma 16-31 de agosto: Falta por Quilometragem

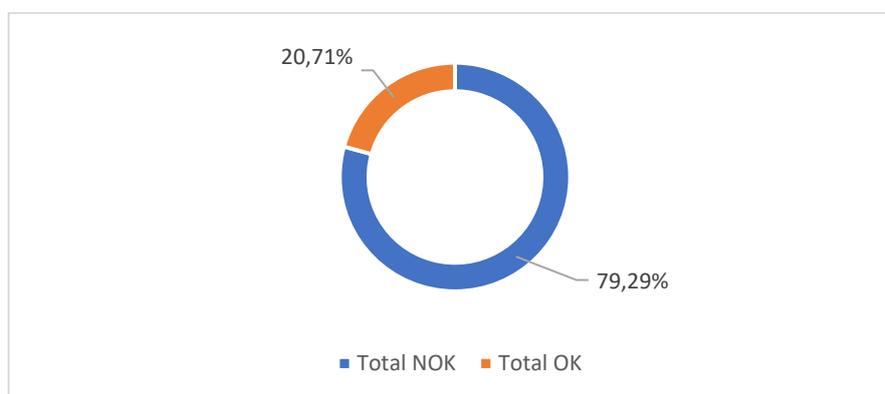


Fonte: O autor

Percebe-se que, a falta é mais frequente em trechos onde a quilometragem está compreendida entre 0 a 500km, que é exatamente o Cluster 1 apresentado anteriormente, porém, é possível perceber que os demais trechos, dos demais *clusters*, também possuem

uma participação na frequência de falta. Precisa-se agora constatar se as faltas que foram constatadas poderiam ter sido evitadas de alguma maneira, ou seja, é necessário checar a princípio se os estoques das unidades de origem possuíam produtos para efetuar o planejamento desenvolvido pelo time da programação. Assim sendo, foi feita uma análise dos estoques das unidades de origem, para checar se estavam OK ou NOK, se tinham o produto no estoque ou não, e o resultado disso está apresentado na Figura 18.

Figura 18 - Situação dos estoques com relação às faltas constatadas

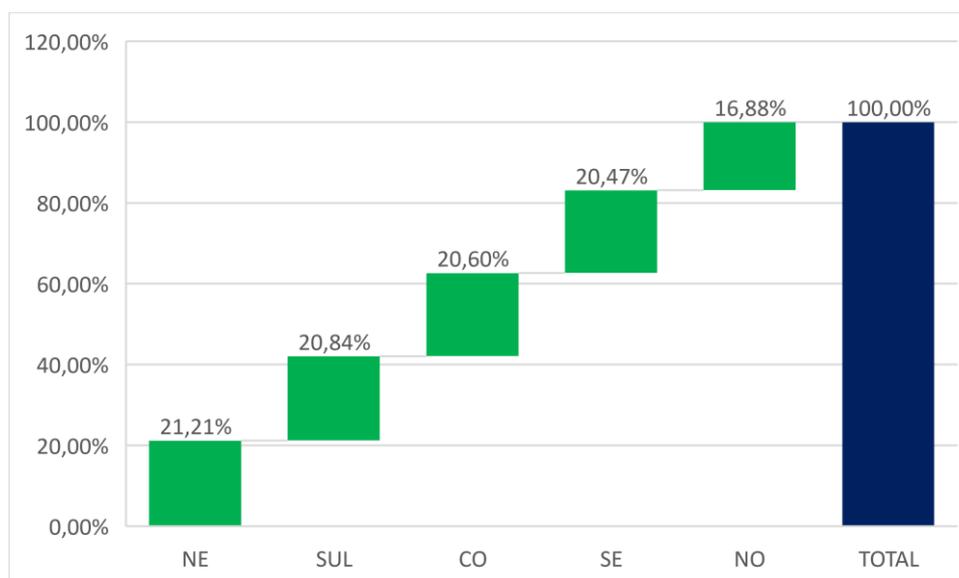


Fonte: O autor

Constata-se que, a maioria da falta constatada no mês de agosto realmente havia a falta no estoque de origem, logo não seria possível evita-la, porém cerca de 20% da falta constatada, os estoques na origem estavam com produtos disponíveis e poderia ter sido evitada. Uma das hipóteses levantadas do motivo para essas faltas não terem sido mapeadas antes é a possível dispersão de demanda não esperada, sendo assim, as vendas aumentaram sem algum mapeamento prévio, culminando assim no despreparo dos estoques para poder suprir a necessidade apresentada.

Dos cerca de 20% dos estoques “OK”, foi realizada uma abertura para checar quais eram as regiões do país que possuíam uma maior participação na falta com estoques “OK”, o resultado está apresentado na Figura 19, onde é possível constatar as 3 regiões onde a falta foi constatada com a presença de um estoque capaz de realizar o abastecimento para a unidade prejudicada.

Figura 19 - Percentual de falta por região do Brasil



Fonte: O autor

Assim sendo, as piores regiões em que os estoques na origem estavam ok e tiveram um maior impacto na falta de produtos foram NE, SUL e CO. O ideal para implementação de um projeto em um processo há muito já instaurado e bem consolidado, é começar a implementação em uma pequena parte, para que a partir dos resultados obtidos o processo em si possa ser revisto para minimizar os ofensores. Foi possível então constatar que muitas das faltas acontecem por alguma razão devido às diretrizes para a programação, ela funcionava muito bem para trechos onde a pronta entrega faz sentido, porém para aqueles trechos onde não é aplicável, as unidades destino possuíam uma baixa reação à dispersão de demanda, apresentando uma falta significativa. Dessa maneira, desenvolveu-se um *Project Canvas* para definir o projeto a ser implementado na área em questão.

4.4. Definir – *Project Model Canvas*

Com essa metodologia, foi possível desenvolver e definir o projeto a ser desenvolvido para a área. Anteriormente, na primeira etapa do DMAIC não foi possível definir um projeto em si pois o problema não havia sido constatado, dessa maneira, voltou-se para a etapa de definição, e o resultado está apresentado na Figura 20.

Figura 20 - *Project Model Canvas*

Fonte: Adaptado de <https://projectcanvas.online/>

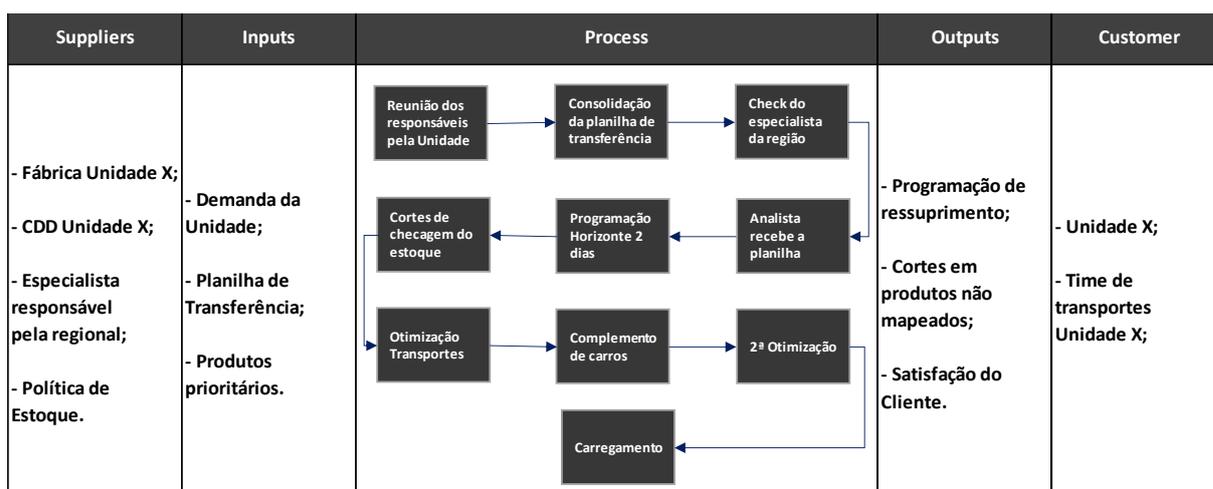
Pode-se observar que o produto que será entregue através do projeto em si será um novo fluxo de programação para localidades mais distantes, isso será feito uma vez que os analistas utilizam o *input* apresentado pela ferramenta dos estoques consolidados dos produtos que estão em OUT para poder realizar a marcação, isso impossibilita a proteção de estoques em que o trecho para ressurgimento possui uma quilometragem superior a 500 km. A meta também foi estabelecida para poder medir o quão eficaz o projeto foi ao final dele, é importante salientar que todo o projeto foi desenvolvido em meio a pandemia do SARS-CoV-2 onde o cenário do mercado brasileiro como um todo está relativamente caótico, a redução de 10% do percentual total de produtos fora da política objetiva é uma meta ambiciosa, porém palpável para o projeto.

Para obter uma clara visão de quem são os responsáveis pelos inputs, o produto e quem são os principais clientes do processo, foi desenvolvido um diagrama SIPOC.

4.5. Medir – Diagrama SIPOC

O diagrama desenvolvido para o projeto em questão, está apresentado no Quadro XX, onde percebe-se claramente quem são os clientes e os fornecedores do processo de programação na determinada data em que o projeto foi desenvolvido.

Quadro 4 - Diagrama SIPOC



Fonte: O autor

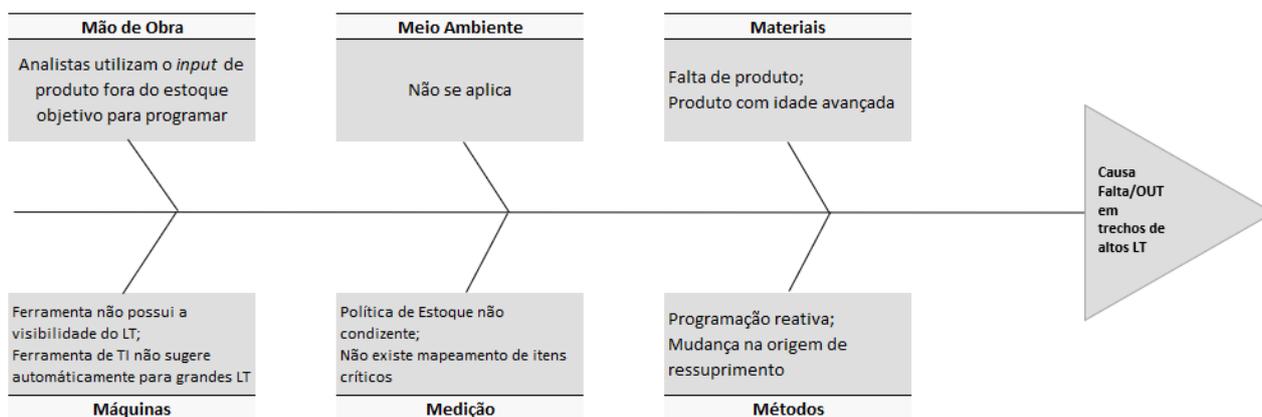
4.6. Medir – Unidade mais crítica

A unidade que será utilizada como base para a implementação do novo fluxo, será denominada Unidade X e está situada no Cluster 7 de acordo com a Tabela 3. A Unidade X apresentou falta de produtos cerca de 39 vezes com um estoque na origem com situação “OK”, ou seja, a falta poderia ter sido evitada uma vez que havia estoque na origem, e ela foi responsável por 16,21% da falta total apresentada na Figura 19. De longe a Unidade X foi a maior ofensora, já que uma única unidade foi responsável por quase 20% do total de falta de produto em que o estoque na origem estava “OK”. Logo, o projeto será implementado para essa unidade.

4.7. Analisar – Diagrama de Causa e Efeito

Com o auxílio de analistas do time da programação, chegou-se no resultado mostrado na Figura 21 para o Diagrama de Ishikawa.

Figura 21 - Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: O autor

Percebe-se como o problema em questão encabeça o esqueleto, e cada uma das possíveis causas geradas do 6M formam aspectos que se assemelham a uma espinha de peixe.

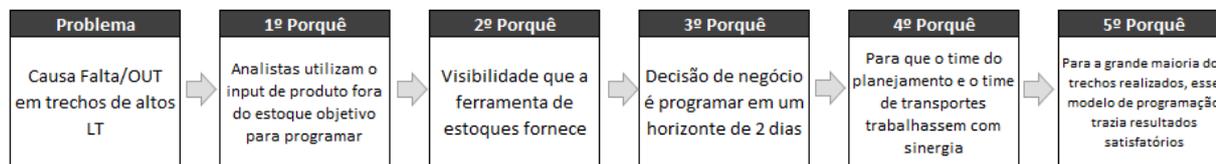
Nesse projeto, utilizou-se o Diagrama de Causa e Efeito para que fosse possível utilizar uma outra ferramenta que o complementa, o cinco porquês, para que fosse possível chegar um pouco mais a fundo da possível causa raiz do problema.

4.8. Cinco Porquês

Como pode-se observar na Figura 22, com o *brainstorming* desenvolvido para encontrar as possíveis causas para o problema, levantou-se diversas causas que poderiam ser trabalhadas ao longo do tempo, porém, como já foi levantado a hipótese de que os

analistas estavam tendo algum problema no fluxo anteriormente, utilizaremos a causa “Mão de Obra” para desenvolver os cinco porquês, como mostrado na Figura 23.

Figura 22 - Cinco Porquês



Fonte: O autor

Após o desenvolvimento dos cinco porquês, é possível observar que apesar da hipótese de que os analistas realizam a programação de maneira reativa (programam apenas quando o produto está abaixo da política objetiva) ser uma hipótese válida, ela possui uma fundamentação que diz respeito toda a cadeia logística da CIA. Os analistas programam dessa maneira pois é uma decisão de negócio que envolve tanto o time do planejamento, quanto o time de transportes, e isso acaba por gerar a visibilidade consolidada na ferramenta de estoques, disponibilizada para que a programação de ressuprimento para as unidades sejam de fato realizadas, causando assim a marcação de produtos que é vigente hoje na empresa. Sendo assim, alterar o fluxo de programação como um todo não seria viável, pois demandaria um projeto muito mais robusto e levaria muito mais tempo para ser realizado, impactando tanto o time do planejamento quanto o time de transportes. Porém, isso não impede de alterar a maneira como se programa para uma única unidade, localizada a uma distância superior a 500 km, e que possui um impacto negativo no que diz respeito à falta com produto presente no estoque de origem. E é exatamente isso que será feito, mas primeiro, foi preciso mapear o processo como é, para que se possa identificar etapas de melhoria.

4.9. Diagrama de Fluxo

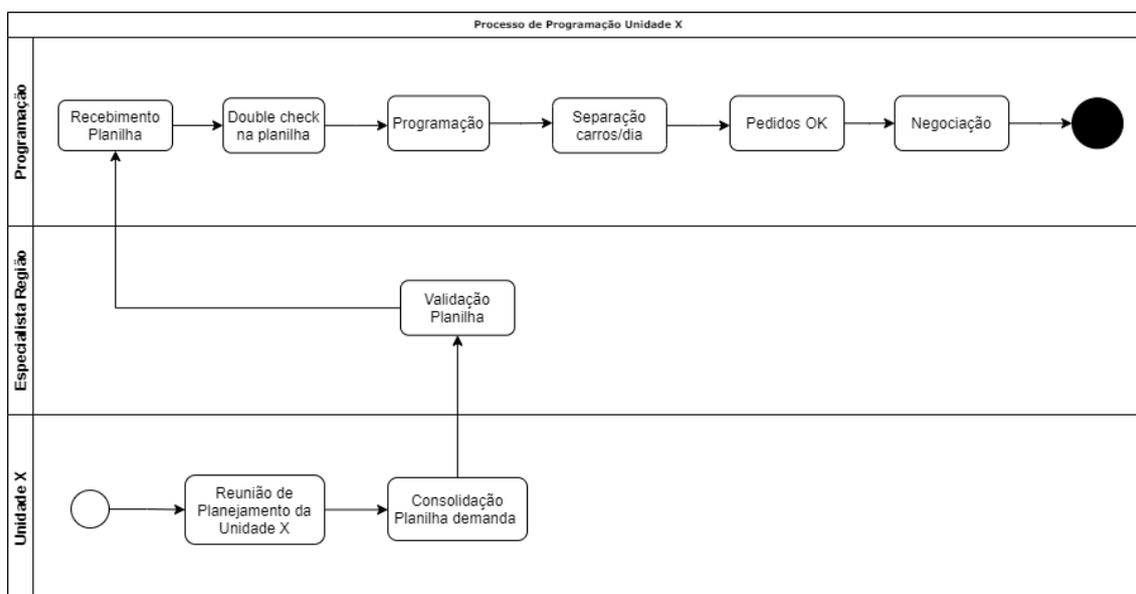
O mapeamento desenvolvido para o processo em questão está apresentado na Figura 24.

Primeiramente, é possível observar que no início do processo é realizada uma reunião na Unidade X para a consolidação dos produtos que serão críticos e que precisam ser programados, pois caso contrário, a falta será constatada e assim, conseqüentemente, a empresa irá tomar prejuízo.

Após essa reunião, e a consolidação da planilha com os itens prioritários, a planilha segue para o(a) especialista da região para que ele valide o conteúdo da planilha e assim, ela siga para os analistas da programação.

Finalizada a etapa anterior, a planilha chega para o time da programação. O time então realiza um *double check* na planilha desenvolvida, para checar se o que está lá realmente faz sentido. É comum encontrar algumas discordâncias na planilha pois a Unidade X não conhece todas as origens que alimentam a unidade em questão, causando dessa maneira um retrabalho para o time. Feito isso, o time segue o fluxo normal de programação em um horizonte de 2 dias, priorizando os itens enviados na planilha, separando os carros necessários para abastecer a unidade e após isso é realizada a negociação dos produtos em estoque, para que assim todas unidades solicitantes do produto possam receber uma parte dele, caso não haja o necessário para atender todas em sua totalidade.

Figura 23 - Mapeamento do processo de programação da Unidade X: Como é



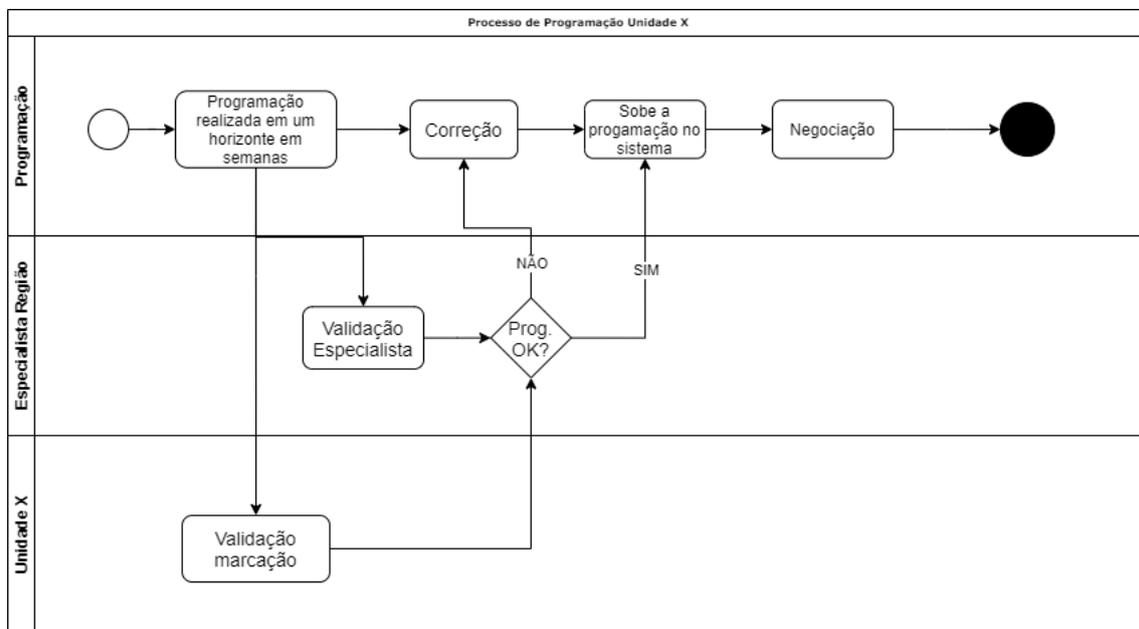
Fonte: O autor

É possível observar alguns pontos onde existe um retrabalho e que uma melhoria possa ser implementada. A partir disso, partiu-se para a etapa seguinte da metodologia DMAIC.

4.10. Brainstorming

Pode-se perceber que haviam etapas no fluxo da Figura 24 em que havia um retrabalho desnecessário, assim sendo, o fluxo foi redesenhado e o resultado está presente na Figura 24.

Figura 24 - Mapeamento do processo de programação da Unidade X: Como será



Fonte: O autor

No fluxo da Figura 24, para a programação do ressuprimento da Unidade X, como o Lead Time é muito alto, além do *input* advinda da ferramenta dos estoques (que confere informações do estoque em dias) uma planilha com os itens críticos é consolidada e enviada para o time da programação, dessa maneira o processo da programação tinha seu início na unidade e não no time como deveria ser feito, e como já evidenciado, era preciso realizar um *double check* nessa planilha pois nem sempre os dados que estão nelas estão condizentes com a realidade, e isso acabava por gerar um retrabalho. Após o *double check*

feito, a programação era desenvolvida através da ferramenta de estoques disponibilizada, e a posterior divisão dos carros por cada dia de carregamento.

No novo fluxo proposto da Figura 25, a visibilidade apresentada na ferramenta dos estoques foi alterada de dias para semanas. Como a ferramenta conferia para o time uma visibilidade em dias dos estoques, levando em consideração a venda diária, para programar um trecho onde o LT é superior a 7 dias a programação não conseguia suprir a necessidade à longo prazo. Com a nova visibilidade, a programação era realizada em um horizonte semanal, garantindo que apesar do alto tempo de entrega dos produtos, o estoque da unidade estivesse em teoria, sempre abastecido e pudesse ter uma boa reação a qualquer dispersão de demanda que surgisse.

Primeiramente, a ideia era realizar a programação semanal, consolidar em uma planilha, enviar para a unidade e para o(a) especialista da região para que o conteúdo nela fosse checado. Esse fluxo seria realizado a princípio, para checar realmente se dessa maneira seria possível enxergar a real necessidade da unidade, em caso positivo essa etapa seria excluída do fluxo ao longo do tempo deixando-o ainda mais *lean*, mas a princípio ela será mantida para não prejudicar nenhuma das partes. Feito o *check* por parte da unidade e do(a) especialista, em caso de a planilha consolidada não estar condizente, as alterações necessárias seriam executadas para posteriormente a programação ser computada no sistema e seguir o fluxo da negociação e depois, carregamento. Em caso de a planilha estar condizente com a necessidade da unidade, a programação será computada no sistema diretamente para seguir o fluxo.

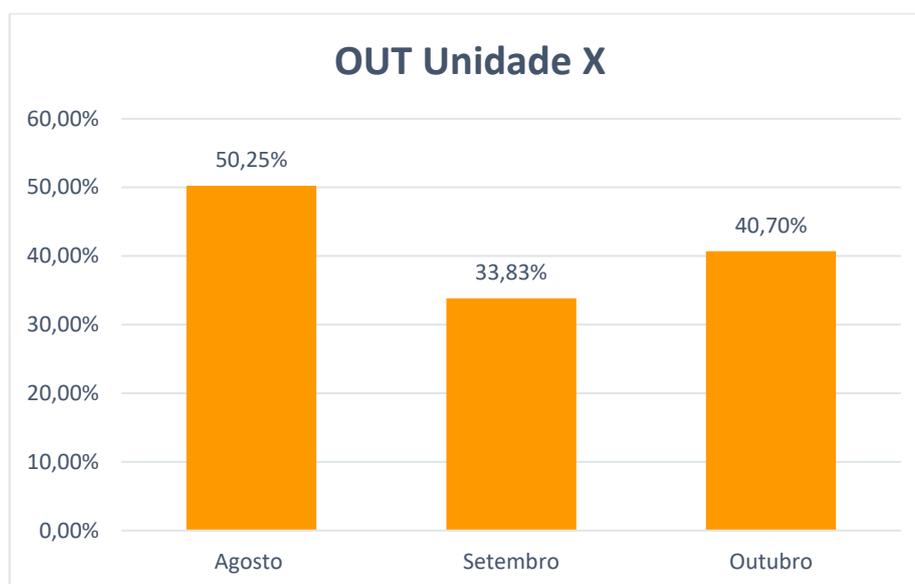
Com o novo fluxo já acertado com todas as partes envolvidas após diversas reuniões, implementou-se o novo fluxo nos 2 meses seguintes e acompanhou-se os indicadores que era a meta do projeto, com a finalidade e de conseguir definir se a nova maneira de se programar para localidades mais distantes foi eficiente ou não.

4.11. Resultados após a implementação do projeto

Após 2 meses da implementação do projeto e a mudança no fluxo da programação para a Unidade X, realizou-se a medição do indicador campeão proposto na Figura 20. O projeto foi desenvolvido e implementado no mês de agosto e os resultados obtidos através dele foram medidos nos meses de setembro e outubro. Como definido anteriormente, o

indicador que o projeto em si teve um maior foco seria aquele que realizava a medição da quantidade de produtos fora da política objetiva na política de estoque. Isso se deu devido à necessidade que a empresa em questão tem de atender bem os seus clientes, logo, quanto menos produto o estoque das unidades possuírem, menor será a venda da empresa e maior será a insatisfação do consumidor final. Os resultados obtidos a partir da medição de produtos no estoque fora da política objetiva (Produtos em OUT) estão apresentados na Figura 25.

Figura 25 - Gráfico consolidado: Produtos em OUT Unidade X



Fonte: O autor

É importante destacar que, com a nova visualização da ferramenta de estoques (em semanas) as programações desenvolvidas pelo time e posteriormente enviadas para a Unidade X e para o(a) especialista da região para a crítica tiveram uma acuracidade de 78,67%, ou seja, de todos os dias em que se realizou a aplicação do novo fluxo, a planilha de programação consolidada pelos analistas teve que ser corrigida em apenas 21,33% das vezes e isso para um fluxo novo e recentemente implementado é um resultado muito satisfatório. Dessa maneira, o retrabalho envolvendo os *checks* desnecessários nas planilhas entre as áreas foi praticamente mitigado com o passar do tempo.

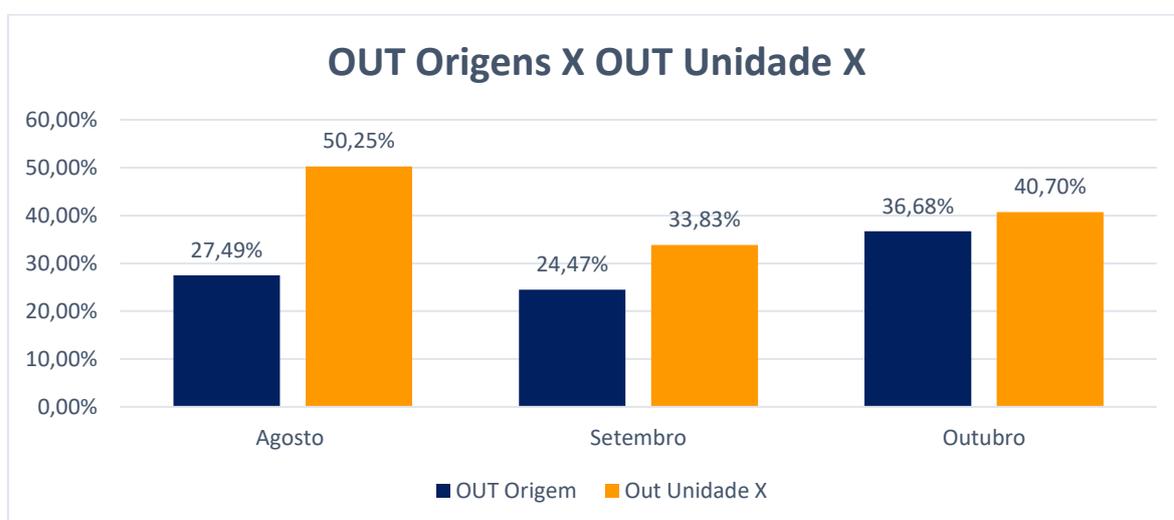
Observando o gráfico gerado a partir dos resultados dos produtos em OUT ou seja, produtos fora da política de estoque objetiva, pode-se constatar que, após a implementação do projeto os resultados apresentaram uma considerável melhora no panorama geral. Lembrando que, quanto maior o OUT consolidado de uma unidade,

maior é o número de produtos fora da política objetiva, ou seja, maior é o número de produtos com estoque quase zerado, e isso acarreta um aumento no número de falta de produtos uma vez que o estoque não é suficiente para abastecer os clientes, gerando prejuízo para a CIA.

No mês de setembro, observa-se que houve uma melhora significativa de 16,42% do consolidado dos produtos em OUT, já no mês de outubro, houve um aumento de 6,87% com relação ao mês de setembro, porém, com relação ao mês de agosto a diferença foi de 9,55% (aproximadamente 10%) fazendo com que o projeto alcançasse a meta proposta, apresentada na Figura 20. Porém, para consolidar a meta atingida e entender o motivo do aumento no mês de outubro, foi realizado uma abertura de outros indicadores que impactam diretamente o indicador de OUT da Unidade X.

O primeiro deles está apresentado na Figura 26, onde pode-se observar a comparação entre o consolidado dos produtos em OUT das origens que abastecem a Unidade X e o próprio consolidado da unidade de produtos em OUT.

Figura 26 - Gráfico consolidado: Produtos em OUT Origens e OUT Unidade X



Fonte: O autor

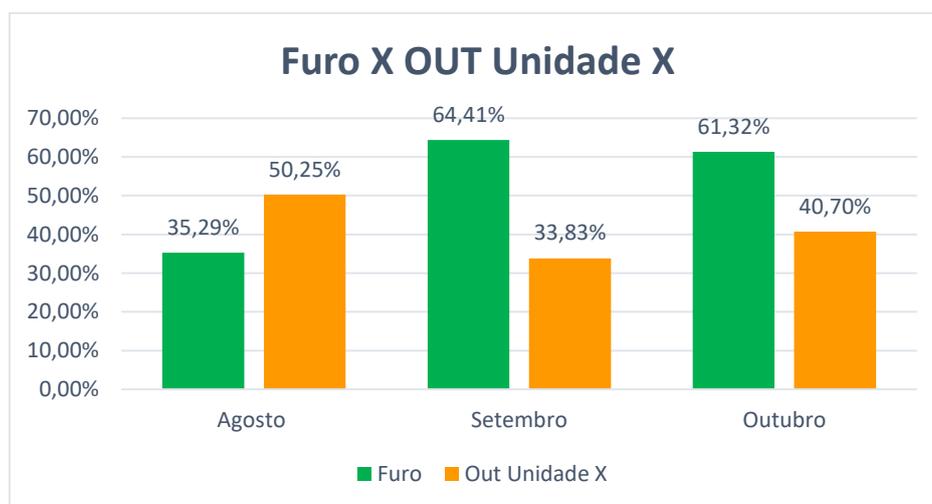
Uma vez que a Unidade X é alimentada por produtos advindos de outras unidades, constatou-se o comparativo dos estoques das unidades que supria a Unidade X para entender como o estoque na origem estava se comportando ao longo desses meses. Pode-se perceber que ao longo do mês de Setembro, onde houve a implementação do fluxo e uma significativa melhora dos produtos em OUT da Unidade X, houve também uma ligeira melhora no OUT consolidado das origens que abastecem a Unidade X, ou seja, a

disponibilidade de produtos nas origens melhorou em 3,02% e com mais produtos na origem, mais fácil se torna teoricamente para abastecer a unidade destino, porém, fazendo um comparativo entre os dois indicadores no mês de Setembro, o OUT da Unidade X teve uma queda mais significativa do que o OUT das origens.

No mês de Outubro, pode-se observar um aumento de 12,21% no OUT dos estoques das origens, e isso acabou por acarretar, juntamente com outros fatores, em um aumento do OUT da Unidade X, pois a disponibilidade de produtos nas origens que abastecem a unidade em questão diminuiu, logo a quantidade de produtos passíveis de transferência ficou mais escassa, aumentando em 6,87% o valor do estoque em OUT da Unidade X. Mas é importante destacar que, mesmo com o aumento da escassez de produtos, o estoque de OUT consolidado da Unidade X ainda se manteve aproximadamente dentro da meta estipulada pelo projeto.

Um outro indicador acompanhado e que possui um impacto direto no OUT da Unidade X é o furo. O furo trata-se do indicador que mede o quanto do que foi programado não foi carregado, ou seja, se um analista do time da programação realiza um pedido, esse pedido passa por todas as etapas do fluxo logístico e quando o caminhão chega na fábrica para carregar tal pedido e os produtos contidos nele não tem em estoque, o caminhão irá furar o pedido por falta de produto, e assim um determinado número é gerado e contabilizado para ser adicionado no indicador. O comparativo entre Furo e o OUT da Unidade X está apresentado na Figura 27.

Figura 27 - - Gráfico consolidado: Furo e OUT Unidade X



Fonte: O autor

Percebe-se que em agosto, mesmo com o furo relativamente baixo o indicador de OUT da Unidade X estava acima de 50%. Com a implementação do projeto, mesmo com o nível do furo ter quase duplicado, o nível do OUT da Unidade X diminuiu com o novo fluxo, ou seja, mesmo com o aumento do não carregamento de produtos diversos, conseguiu-se obter uma diminuição significativa no indicador proposto no projeto, pois a assertividade da programação aumentou, aumentando a disponibilidade de produto na unidade destino. No mês de outubro houve um decréscimo no valor do Furo e um aumento no valor do OUT da unidade, mas ainda assim o valor do furo continuava muito alto, fazendo com que diversos produtos não fossem carregados e isso, alinhado com o que já foi mostrado do aumento da indisponibilidade de produto nas origens, fizeram com que o valor do OUT da Unidade X aumentasse, porém ainda assim, dentro da meta proposta.

5. CONCLUSÃO

O projeto desenvolvido visava minimizar o impacto que o lead time causava no processo da programação do ressuprimento dos estoques de uma fábrica do setor alimentício. Para tal, foi realizada uma análise utilizando ferramentas da metodologia Lean Seis Sigma com o intuito de identificar gargalos no processo para que dessa maneira, o processo pudesse passar por uma otimização gerando um impacto positivo no indicador campeão pré-estabelecido no projeto. O objetivo proposto foi alcançado, uma vez que, como mostrado na Figura 28, é possível observar uma melhora no indicado nos meses em que a implementação do projeto ocorreu, saindo de um patamar de 50,25% dos itens do estoque abaixo da política objetiva, para 33,83% em setembro e 40,70% em outubro, ambos valores abaixo do percentual inicial. Sendo assim, com a implementação do novo fluxo, é plausível dizer que o impacto do lead time foi minimizado.

Mas para que tal resultado fosse obtido, foram necessárias diversas etapas ao longo do projeto. Foi necessário entender o fluxo de programação do ressuprimento dos estoques nos dias atuais, com um enfoque no processo referente à Unidade X que possuía um tempo de entrega maior do que as demais. A partir disso fez-se necessário a utilização de conceitos e ferramentas presentes na metodologia Lean Seis Sigma para se analisar os dados obtidos do processo em questão e gerar dessa maneira uma tomada de decisão, com a finalidade de otimizar o fluxo do material na cadeia de suprimentos. Com o novo fluxo desenvolvido e implementado, acompanhou-se a entrega dos produtos a partir da programação feita, constatando ao final dos dois meses seguintes, uma melhoria no nível

dos estoques da Unidade X, garantindo não só o atingimento do objetivo geral proposto, mas também dos objetivos específicos.

Através desse projeto, foi possível compreender na prática a importância de se possuir um processo bem definido e as utilidades que a metodologia Lean Seis Sigma pode trazer para agregar aos fluxos presentes em uma organização. Utilizando o sistema DMAIC foi possível mensurar o impacto que o processo causava na cadeia como um todo e a partir disso encontrar soluções que elevassem o patamar da empresa, possibilitando a obtenção de um processo com um alto nível de qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, Antonio Carlos; NOVAES, Antonio Galvão N. **Logística Aplicada: Suprimento e Distribuição Física**. Blucher, 3. Ed, 2000.

ANDRADE, Luiza. **Diagrama de Ishikawa: O que é e como fazer**. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/blog/metodologias/diagrama-de-ishikawa/> . Acesso em: 14 jun 2021.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. São Paulo-SP: Pearson Prentice Hall., 2006.

BASU, Ron. **Implementing Seis Sigma and Lean: A Practical Guide to Tools and Techniques**. 1. Ed. Elsevier Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK, 2009.

BREYFOGLE, F.W. III. **Implementing Seis Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods**. 2ª Ed. New York, NY: John Wiley & Sons, 2003.

CAMARGO, Robson. Project Model Canvas para Gerenciamento de Projetos. Disponível em: <https://robsoncamargo.com.br/blog/projec-model-canvas-para-gerenciamento-de-projetos>. Acesso em: 14 jun. 2021.

CAXITO, Fabiano. **Logística: Um enfoque prático**. Saraiva Uni; 3ª edição, 2019.

CHING, Hong Yuh. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada**. Atlas, 4. Ed, 2016.

DA CUNHA, Marina Garcia; ESTENDER, Antônio Carlos. **O Lead Time Como Aliado na Vantagem Competitiva**. Revista Científica do ITPAC, Araguaína, v.10, n.1, Pub.1, fevereiro 2017.

DE OLIVEIRA, Ricardo Rezende; ARAÚJO, Riberto de Barros. **Otimizando os Processos Logísticos Pela Implementação do OTIF com Lean Seis Sigma**. Technol. Metal. Mater., São Paulo, v. 5, n. 4, p. 235-240, abr.-jun. 2009.

DIAS, M. **Administração de materiais: Uma abordagem Logística**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDSBY, T J., **Lean Seis Sigma Logistics: Strategic Development to Operational Success**. J. Ross Publishing, Inc. 2005.

JUNIOR, Guilherme Sgarbi. **Lean Seis Sigma na Logística – Uma Aplicação na Gestão de Estoque de uma Empresa de Autopeças**. Taubaté – SP, 2011.

MARTIN, C.: **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 2. Ed. São Paulo: Cengage Learnig, 2009.

MENTZER, J. T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J. S.; MIN, S.; NIX, N. W.; SMITH, C. D. & ZACHARIA, Z. G. **Defining Supply Chain Management**. *Journal of Business Logistics*. Vol. 22, N. 2, 2001.

NOGUEIRA, Amarildo de Souza. **Logística Empresarial: um Guia Prático de Operações Logísticas**. 2. Ed. Editora Atlas, 2018.

O que é o 'lead time' em logística e como otimizá-lo? Disponível em: <https://www.mecalux.com.br/blog/lead-time-logistica>. Acesso em: 22 de abr. 2021.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Bookman, 1997.

PROVIN T. D.; SELBITTO A. M. V. **Política de Compra e Reposição de Estoques em uma Empresa de Pequeno Porte do Ramo Atacadista de Materiais de Construção Civil**. *Revista Gestão Industrial*. v. 07, n. 02: p. 188-200, 2011.

ROSS, Stephen A.; WETERSFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D.; LAMB, Roberto. **Fundamentos de Administração Financeira**. AMGH Editora Ltda, 9. Ed, 2013.

ROTONDARO, R. **Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

VOEHL, Frank; HARRINGTON, H. James; MIGNOSA, Chuck; CHARRON, Rich. **The Lean Seis Sigma Black Belt Handbook Tools and Methods for Process Acceleration**. Crc press Taylor & Francis group, 2013.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WERKEMA, Cristina. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. Elsevier Editora Ltda. Rio de Janeiro, RJ. Vol 2. 3 Ed. 2012

