

---

## APLICAÇÃO DO LEAN SIX SIGMA PARA GERIR POLÍTICAS DE ESTOQUE DE BENS DE CONSUMO EM PERÍODOS DE CRISE

### APPLICATION OF LEAN SIX SIGMA TO MANAGE CONSUMER GOODS INVENTORY POLICIES IN PERIODS OF CRISIS

364

Victor Mendonça Oliveira<sup>1</sup>, Jefferson de Souza Pinto<sup>2</sup>

1- Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); 2- Pós-doutor e Doutor em Engenharia Mecânica, pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, pesquisador da FEM/UNICAMP e docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, campus Bragança Paulista

Contato: jeffsouzap@ifsp.edu.br

#### RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido durante a pandemia da COVID-19, em uma empresa multinacional de bens de consumo que vem sofrendo com a alta utilização de estoques internos, levando a utilização de armazéns externos, assim como a destruição de materiais. O Objetivo do trabalho é aplicar ferramentas *Lean Six Sigma* para buscar formas de corrigir as políticas de estoque atuais, para que elas possam suportar ambientes de crises ou instabilidades. Foram utilizadas pesquisas bibliográficas e documentos internos da companhia, para realizar o estudo de casos em uma pesquisa exploratória qualitativa. Os resultados obtidos apontam que a causa raiz do problema foi a insegurança dos planejadores em seguirem a política atual de estoques, que poderia levar ao desabastecimento e para da fábrica. A proposta de soluções, parte das ferramentas *Lean* estudadas ao longo do trabalho, sendo essa a aplicação de uma única classificação ABCD desde os itens acabados até as matérias primas, tornando essa última classificação dependente da primeira, sendo possível identificar as matérias primas prioritárias em casos de instabilidade, evitando desabastecimento dos materiais que impactam na maior parte da receita da companhia.

**Palavras-chave:** *Supply Chain*. Logística. Crises. DMAIC. *Lean*. Desperdícios. Política de Estoques.

## ABSTRACT

This work was developed during the COVID-19 pandemic, in a multinational consumer goods company that has been suffering from the high use of internal stocks, leading to the use of external warehouses, as well as the destruction of materials. The objective of the work is to apply Lean Six Sigma tools to find ways to correct current inventory policies, so that they can withstand crisis or instability environments. Bibliographic research and internal company documents were used to carry out case studies in qualitative exploratory research. The results obtained indicate that the root cause of the problem was the planners' insecurity in following the current inventory policy, which could lead to shortages and shutdown of the factory. The solution proposal, part of the Lean tools studied throughout the work, is the application of a single ABCD classification from finished items to raw materials, making this last classification dependent on the first, making it possible to identify priority raw materials in cases of instability, avoiding shortages of materials that impact the majority of the company's revenue.

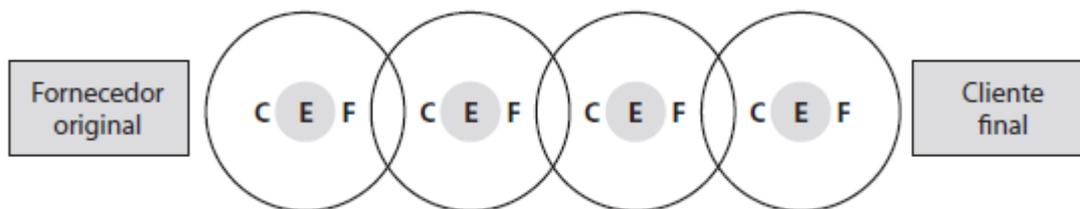
**Keywords:** Supply-Chain. Logistics. Crisis. DMAIC. Lean. Waste. Inventory Policy.

## 1 INTRODUÇÃO

A logística apesar de segundo Santos, Santos e Berto (2009), ser de grade importância e fundamental para o funcionamento das empresas, surgiu bem antes destas. Nas épocas mais antigas da história documentada da humanidade, as mercadorias mais necessárias não eram feitas perto dos lugares nos quais eram mais consumidas, nem estavam disponíveis nas épocas de maior procura (BALLOU, 2006). Então, desde que o homem abandonou a economia extrativista, e deu início às atividades produtivas organizadas, com produção especializada e troca dos excedentes com outros produtores, surgiram três das mais importantes funções logísticas, ou seja, estoque, armazenagem e transporte (FLEURY, WANKE e FIGUEIREDO, 2000).

Durante muitos anos, todas essas funções eram gerenciadas pela companhia de bem de consumo, sendo responsável por todo o manejo de matérias prima e materiais, desde o fornecedor original até o cliente final. Entretanto, no conceito de logística empresarial, a visão de uma organização isolada se relacionando apenas com seus fornecedores e clientes diretos é suplantada pela visão integrada com a interligação entre várias organizações, em que os papéis

fornecedor-cliente se alternam, englobando várias camadas ou elos (BULLER, 2012). Conforme pode ser identificado na Figura 1.1.



Legenda: C – Cliente; E – Empresa; F – Fornecedor.

**Figura 1.1** – A configuração da cadeia de suprimentos.

Fonte: Adaptado de Buller (2012, p. 19).

A interligação entre essas diversas organizações, vêm alinhada com a crescente busca pelas empresas da manutenção da rentabilidade e de lucro do negócio, de forma que se busca fazer, cada dia melhor, cada uma das operações (TAVARES, 2017), assim é substituída a cadeia de suprimentos tradicional, que tem excesso de estoques e que tolera muitas ineficiências, pela ideia contida na Logística Enxuta de maximizar o fluxo de valor, reduzir desperdícios e perdas (BAÑOLAS, 2017). Sendo essa baseada nos fundamentos do Sistema Toyota de Produção (STP), o qual possui conceitos da manufatura enxuta em toda sua cadeia de suprimentos, maximizando a eficiência e eficácia dos seus setores (FERREIRA e MAGNO, p. 126-130).

A metodologia *Lean*, segundo Tavares (2017), é adequada em mercados onde existem demandas pouco previsíveis, exigindo rapidez de atendimento e flexibilidade na cadeia produtiva. Possibilitando menores níveis de estoque em processo e de produtos acabados.

Porém, com estoques reduzidos e uma cadeia de suprimentos mais complexa, a quebra de um elo, afeta todo o restante dele. Fazendo assim, com que o produto acabado possa não estar disponível ao cliente. Segundo Coyle *et al.* (2018), a interrupção ou perturbação de uma cadeia de suprimentos que corte o fluxo de informação e produtos é análogo a um infarto, que corta o fluxo de sangue do coração. Como em um infarto, a interrupção de uma cadeia de suprimentos pode ter efeitos duradouros.

Assim, quando a cadeia é interrompida e o produto não está disponível para o cliente, é reduzido totalmente o valor agregado a este, gerando uma perda para a companhia. Segundo Ballou (2006, p. 33), "produtos [...] não têm valor a menos que estejam em poder dos clientes quando (tempo) e onde (lugar) eles pretenderem consumi-los". De forma que, é papel da área de *Supply Chain* garantir que a companhia possua estoque físico do produto, que este possa chegar no prazo determinado até o cliente e que seja na quantidade e qualidade esperada.

### 1.1 Contexto e justificativa

Com os avanços da tecnologia e a implementação de computadores, surgiram diversos *softwares* para gestão empresarial, conhecidos por ERP (*Enterprise Resource Planing*), eles foram responsáveis por iniciar um processo de virtualização de estoques, em que tudo aquilo que existe em estoque físico deve estar presente virtualmente, assim, todas as áreas da empresa tomam ciência da situação de cada item.

A área de vendas, por exemplo, consulta o nível de estoques virtualmente antes de concluir a operação com o cliente. Dessa forma, o papel da área de *Supply Chain* se inicia antes do armazenamento e movimentação dos materiais. É preciso garantir de fato que tudo aquilo que consta no ERP existe em mesma quantidade fisicamente, tornando o processo mais veloz e garante que o prazo dado pelos demais departamentos possam ser cumpridos pela empresa.

A imprecisão nos dados armazenados no ERP pode levar à venda de um item que consta em estoque virtual, mas não existe fisicamente. Nesse contexto, Ballou (2006, p. 208) afirma que a falta de estoques pode gerar dois principais custos:

- a) Custo de venda perdida ocorre quando o cliente, em face de uma situação de falta de estoque, opta pelo cancelamento do seu pedido. O custo é o lucro que deixa de ser concretizado nessa determinada venda e pode incluir um adicional decorrente do efeito que essa situação venha a acarretar sobre vendas futuras. Produtos para os quais o cliente encontra facilmente alternativas em marcas concorrentes – pães, gasolina, refrigerantes – são aqueles mais sujeitos a sofrer prejuízos de vendas perdidas;
- b) O custo de pedidos atrasados ocorre quando o cliente se dispõe a esperar o atendimento de seu pedido, de maneira que a venda não deixa de ser concretizada, sendo apenas adiada. Pedidos atrasados podem criar custos adicionais em termos operacionais e de vendas em matéria de processamento, além de custos não

programados de transporte e manuseio quando esses pedidos não são atendidos através do canal de distribuição normal.

É possível notar que a falta de estoques pode gerar alguns custos que dificilmente podem ser estimados, principalmente aqueles relacionados à perda de vendas futuras, pela substituição ou perda de credibilidade com o cliente. Ao mesmo tempo, segundo Russo (2009), se o estoque ainda não foi transformado em venda, significa dinheiro parado e que, portanto, ainda não deu o retorno esperado.

Com isso, a implementação de conceitos *Lean* nas indústrias, onde desperdícios buscam ser mitigados, se mostram cada vez mais importante. Segundo Bañolas (2017), os estoques são encarados como perdas. Isto porque os estoques encobrem alguns tipos de desperdícios e ineficiências, que devem ser reduzidos.

Historicamente os estoques são um meio primário com o qual as empresas enfrentam crises nos suprimentos, e assim, exercendo o papel de um pulmão, ou rede, de segurança quando a demanda e a oferta estão desequilibradas (BALLOU, 2006). Ao mesmo tempo, segundo Gonçalves (2010), uma administração de materiais bem estruturada permite a obtenção de vantagens competitivas por meio da redução de custos, da redução de investimentos em estoques, das melhorias nas condições de compras mediante negociação com fornecedores e da satisfação de clientes e consumidores em relação aos produtos oferecidos pela empresa.

Assim, segundo Wake (1999), com as incertezas do mundo real, a taxa de consumo dos produtos não é totalmente previsível, podendo variar consideravelmente ao redor do consumo médio, assim como o *lead time* de ressuprimento. Faz-se necessário gerenciar riscos e custos para obter resultados operacionais satisfatórios pela empresa.

Toda essa gestão e manejo de estoques pode estar bem alinhada, quando temos um longo período de conhecimento da demanda, *lead time* de fornecedores e demais fatores que podem impactar os estoques.

Entretanto, eventos adversos podem desestabilizar todos os cenários conhecidos pela empresa. Como o que ocorre durante uma crise que é um evento que surpreende os gestores e os diferentes públicos da empresa, além de criar altos níveis de incerteza e ameaça à continuidade das organizações (NETO, 2015). Nesses momentos é necessário adotar estratégias

mais conservadoras para manter a cadeia de suprimentos funcionando, sendo que, as empresas precisam identificar não apenas os riscos relacionados às suas próprias operações, mas também a todas as ligações e operações realizadas com e pelas empresas que compõe a sua cadeia de suprimentos (PEREIRA e PEREIRA, 2017).

Segundo Hileman (2020), uma crise é qualquer questão, problema ou perturbação que desencadeie reações negativas nos *stakeholders*, que podem impactar na reputação da organização, negócios e solidez financeira. Dessa forma, não são apenas os acontecimentos externos à empresa, e eventos de grande escala, que podem gerar a instabilização de um elo dentro da cadeia de suprimentos. Movimentos internos da empresa, do seu setor, região, ou país, são suficientes para gerar alteração nos desejos e necessidades dos clientes, alterando a demanda (para mais ou para menos) de determinado produto e todas as suas matérias primas.

Desde o início do capitalismo (Século XIII), as crises econômicas se mostraram em sua maioria, sem precedentes. Provenientes de decisões político-econômicas, guerras e inseguranças. Desde 1929 até o ano de 2009, segundo EFE (2009), foram registradas pelo menos 12 crises financeiras que geraram impactos mundialmente. Fazendo com que os países enfrentassem recessões, diminuição de demandas, falta de materiais e inflação de preços.

Cada crise possui sua particularidade e pode favorecer setores específicos da economia. A última grande crise que temos ciência é a crise gerada pela pandemia do COVID-19 desde o início de 2020, ainda presente durante o desenvolvimento deste trabalho. Nesta, a grande maioria dos setores foi influenciada negativamente pela pandemia, uma vez que comércios foram suspensos e decretado estado de *lockdown* em diversos países. Entretanto, setores de produção de itens de saúde se beneficiaram, aumentando consideravelmente a demanda de luvas descartáveis, seringas e máscaras. Com isso, empresas deste setor, podem ter sofrido risco de desabastecimento e a possibilidade de não atender todas as vendas.

O primeiro caso de COVID-19 no Brasil foi registrado no dia 26 de fevereiro de 2020. Um dia após o ocorrido segundo CNN (2020), houve um forte aumento nas vendas de luvas, máscaras de proteção e álcool em gel, sendo que algumas farmácias registravam falta desses produtos. O que mostra que a demanda por produtos específicos pode ser alterada rapidamente com o acontecimento de eventos adversos. Nesse caso, temos a informação de

desabastecimento na ponta da cadeia de suprimentos, entretanto, fica perceptível que crises são problemáticas para empresas, pois podem aumentar ou diminuir consideravelmente a sua demanda rapidamente, fugindo de todo o histórico mapeado por ela.

Desta forma, algumas estratégias podem ajudar a diminuir os riscos e aumentar a resiliência. Uma delas é simplesmente aumentar os níveis de estoque (PAIVA e MIGUEL, 2020). Essa é a estratégia mais rápida e fácil de ser implementada, na qual a política de estoque é alterada para uma mais conservadora.

Segundo Elliott (2020), 19,6% das empresas planejavam ter mais estoques após o início da pandemia da COVID-19, para garantir poder continuar a entregar aos seus clientes num outro caso de perturbação generalizada. O que mostra que as empresas ficaram mais conservadoras em relação ao estoque nesse momento de pandemia, entretanto, essa pode ser uma estratégia custosa para a empresa, além de ter de respeitar as limitações físicas de armazenamento. Ao mesmo tempo a falta de matéria primas e a interrupção da cadeia de suprimentos, podem gerar a paralização da produção e custos atrelados a perda de clientes e/ou vendas.

Sendo assim, a organização deve utilizar ferramentas para manter níveis de estoque de produtos acabados e matérias-primas controlados, mesmo em períodos de crises. Gerindo riscos atrelados a demanda e custos, para definir suas políticas de estoque que possam trazer vantagens competitivas e resultados financeiros para a empresa.

## 1.2 Problema de Pesquisa

Assim, a partir do contexto e da justificativa apresentados, foi estabelecido o problema de pesquisa:

Como gerir e corrigir políticas de estoque adotadas de forma preventivas para períodos de instabilidades ou crises, como forma de manter níveis controlados de estoque em uma empresa no setor de bens de consumo?

## 1.3 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é aplicar conceitos de *Lean Six Sigma* para gerir e corrigir políticas de estoques em períodos de crises, visando reduzir desperdícios em uma empresa multinacional de bens de consumo.

#### 1.4 Objetivos Específicos

A partir do objetivo geral estabelecido, os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Levantar na literatura os fundamentos de *seis sigma*, gestão de estoques, manufatura enxuta;
- b) Analisar os impactos de políticas de estoque adotadas de forma preventiva em períodos de crise e instabilidades para empresas multinacionais de bens de consumo;
- c) Mapear os desperdícios e custos gerados por uma política de estoque advinda de um período de crise ou instabilidade;
- d) Identificar ferramentas e métodos para reduzir o volume de estoques;
- e) Analisar os conceitos e ferramentas identificados e aplicá-los na empresa, a fim de mitigar os desperdícios mapeados;
- f) Propor uma intervenção a partir das análises realizadas, bem como utilizar ferramentas preditivas para cenários de crises e instabilidades.

#### 1.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em 5 capítulos, representados na Figura 1.2, os quais estão organizados estruturalmente na forma:

**Capítulo 1: Introdução** - São apresentados o contexto e justificativa ao qual o objeto de estudo está inserido, assim como o problema de pesquisa, objetivo geral e específicos;

**Capítulo 2: Fundamentação Teórica** – Apresenta a revisão teórica com uma descrição dos conceitos de seis sigma, de gestão de estoques e de manufatura enxuta do Sistema Toyota de Produção. Assim como suas respectivas ferramentas;

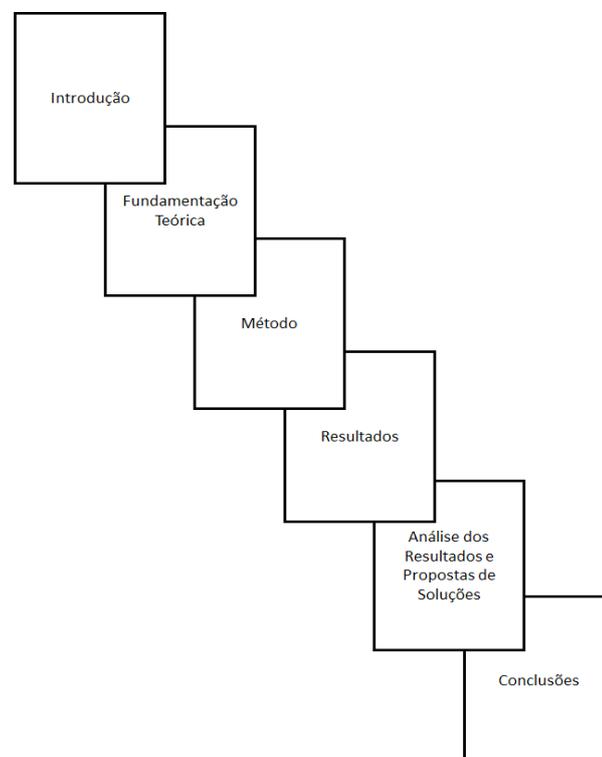
**Capítulo 3: Método** – Apresenta as características da pesquisa, delineando o objeto de estudo de acordo com sua natureza, classificação de pesquisa e quanto aos objetivos propostos;

**Capítulo 4: Resultados** – Apresenta os dados coletados em documentos internos da companhia, assim como comparações com o referencial teórico presente no Capítulo 2;

**Capítulo 5: Análise de Resultados e Propostas de Soluções** – Apresenta análises a partir dos dados coletados no Capítulo 4, assim como propostas de intervenções na companhia para solucionar o problema de pesquisa, baseado nas ferramentas apresentadas no Capítulo 2;

**Capítulo 6: Conclusões** – Apresenta as considerações finais do trabalho, remetendo a resposta ao problema de pesquisa apresentado no Capítulo 1, bem como limitações do trabalho e proposta de trabalhos futuros.

Ao final, são apresentadas as referências utilizadas no desenvolvimento do trabalho, assim como anexos e apêndices:



**Figura 1.2** – Estrutura do trabalho.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados conceitos teóricos de Cadeia de suprimentos, assim como a sua importância para organizações. Juntamente com os conceitos de crises, ferramentas de *Lean*, *Seis sigma*, Gestão de estoques e outros pertinentes, para eliminar perdas no processo logístico no recorte temático mapeado.

373

### 2.1 Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain*)

A cadeia de suprimentos ou ainda *supply chain* possui diversas definições, sendo elas variações de uma mesma ideia geral, que vem evoluindo com o passar dos anos. Segundo Paoleschi (2014, p. 9), a cadeia de suprimentos pode ser definida como:

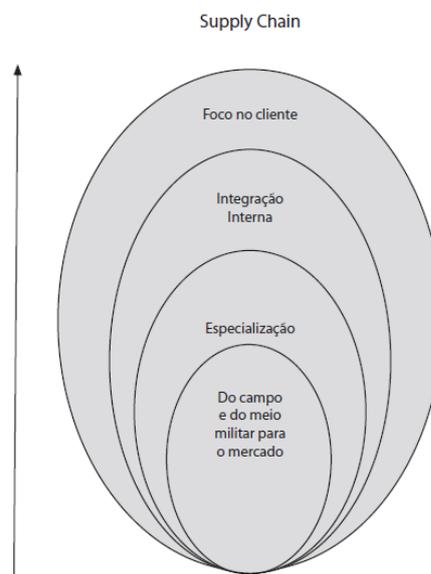
O conjunto de atividades que vão desde o recebimento do pedido do cliente, passando pela compra dos insumos dos fornecedores até a sua produção, movimentação, armazenamento, separação na expedição, transporte, trabalhando de forma integrada, disponibilizando as informações em tempo real para que o processo produtivo possa transformar os insumos em produtos.

Ou ainda, segundo Neogrid (2022), de maneira bem resumida, *supply chain* pode ser definida como uma junção de processos que fazem parte do ciclo de vida de um determinado produto, desde a sua origem, até o cliente final.

Para Buller (2012), o conceito contemporâneo de cadeia de suprimentos veio a partir da inclusão de fornecedores e clientes nas competências da logística integrada. Tendo essa surgido inicialmente das atividades agrárias, onde havia a necessidade de armazenar os produtos em locais adequados e transportá-los até o comprador. Expandindo-se nos anos de 1950, durante a Segunda Guerra Militar, onde chamou a atenção de universidades e determinou a superioridade no domínio de territórios e no meio empresarial. Com o fim da guerra e a reconstrução do Japão foi criado o Sistema Toyota de Produção (STP), composto por um conjunto de técnicas e ferramentas de gestão que visa a eliminação de desperdícios, promovendo na logística a integração do processo interno com o mercado consumidor e com o mercado fornecedor. Por último, a partir da década de 1980, os clientes passaram a tomar decisões de comprar não mais

apenas pelo preço, mas pelos benefícios advindos dessa compra, fazendo-se necessário que o valor percebido pelo cliente, englobasse a qualidade intrínseca e outros atributos, como: serviços pós-vendas e de entrega. Portanto, para Buller (2012), a cadeia de suprimentos é uma evolução da logística tradicional, realizada pelo homem desde as atividades agrárias. Sendo essa, apresentada na Figura 2.1, onde é possível identificar que com a evolução dos conceitos de logística, aumentou-se também o seu escopo de atuação, até chegar no que conhecemos como *supply chain*.

374



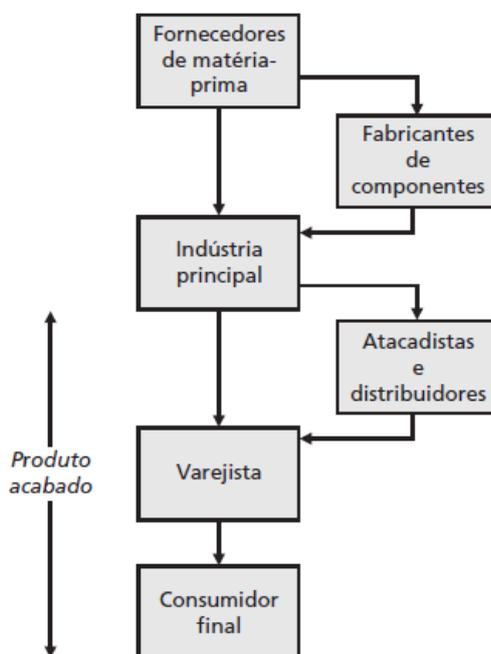
**Figura 2.1** – Evolução do conceito de logística.  
Fonte: Buller (2012, p. 17).

Uma típica cadeia de suprimentos é representada pela Figura 2.1. Onde segundo Novaes (2007) os fornecedores de matéria-prima entregam insumos para a indústria principal, assim como para os fabricantes de componentes que fazem parte de um determinado produto. Então, a fábrica principal transforma os componentes e matéria-prima em um produto acabado, que é entregue aos distribuidores, atacadistas e para varejistas, sendo esse último os principais responsáveis pela venda do produto para o consumidor final.

Segundo Bowersox *et al.* (2020), a Figura 2.2 trata de uma simplificação da gestão da cadeia de suprimentos (GCS), uma vez que apresenta apenas o fluxo do produto entre os

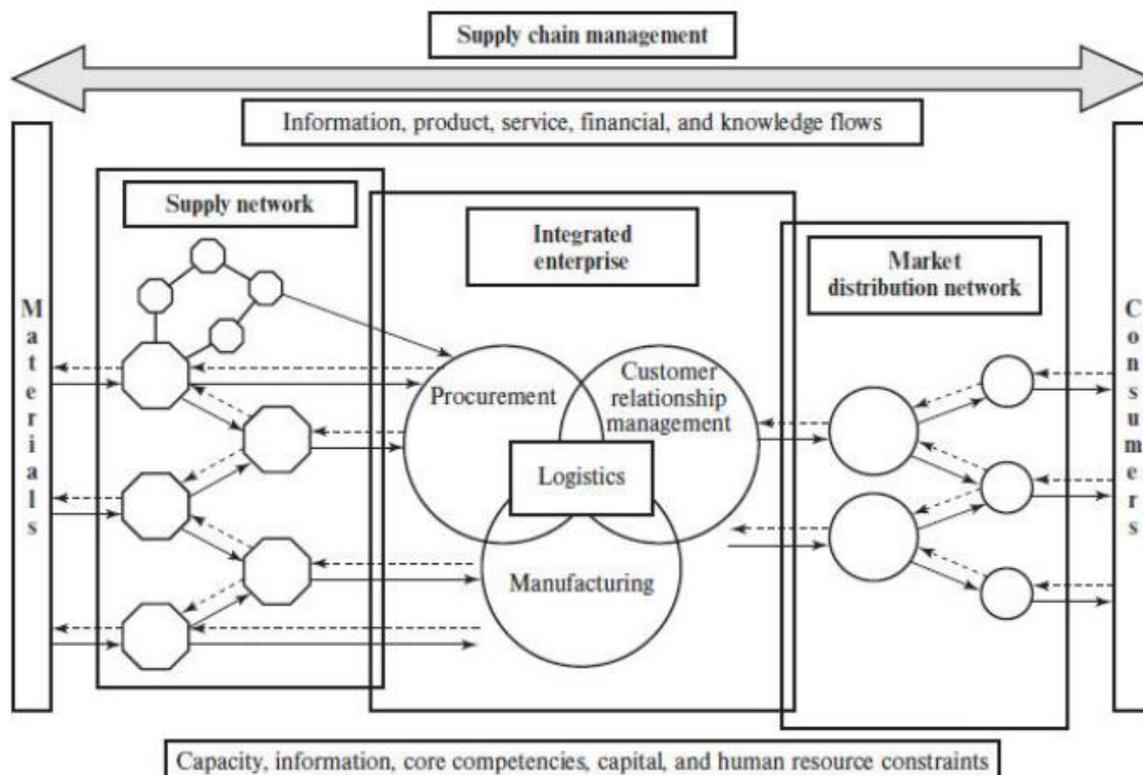
fornecedores e o consumidor final, enquanto uma cadeia de suprimentos é resultado de 5 fluxos críticos: informação, produto, serviço, financeiro e conhecimento, de forma bidirecional. Para ele, a GSC é melhor representada pela Figura 2.3. Onde cada empresa está envolvida na execução de alguns aspectos da logística global, ligando logisticamente uma empresa e sua rede de distribuidores e fornecedores aos clientes, integrando desde a compra inicial do material até a entrega dos produtos acabados e serviços ao cliente final, a fim de alcançar eficácia, eficiência, relevância e sustentabilidade.

375



**Figura 2.2** – Cadeia de suprimentos típica.

Fonte: Novaes (2007, p. 39).



**Figura 2.3** – A estrutura da cadeia de suprimentos integrada.

Fonte: Bowersox (2020, p. 6).

Assim, a partir das teorias apresentadas, podemos definir *supply chain* como cadeia de processos de informação, produto, serviço, financeiro e conhecimento desde os fornecedores até os clientes, interligando uma ou mais empresas para que com eficiência a matéria prima seja transformada no produto desejado pelo cliente, com a maior qualidade e menor tempo.

## 2.2 Gestão de Estoques

Segundo Gonçalves (2010), gestão de estoques é uma das grandes especialidades da administração de materiais, sendo responsável por gerenciar os materiais a partir de técnicas de previsão de demanda, controles de estoque, dentre outras, para adequar os níveis de estoque com o menor custo possível, sem comprometer o nível de serviço para atender os clientes.

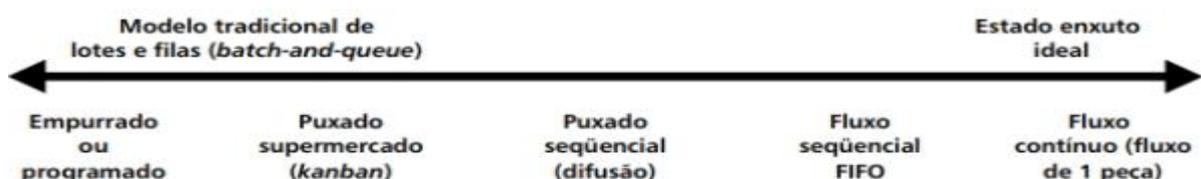
Estoques são acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados, que surgem em diversos pontos da cadeia de suprimentos das empresas, podendo custar entre 20% e 40% do seu valor por ano, tornando economicamente importante a gestão dos estoques, ainda que existam muitos avanços a partir da implementação de práticas *just-in-time* (BALLOU, 2006).

Isso é apresentado também por Novaes (2007), que considera que a partir de todo o estoque presente na cadeia de suprimentos, é possível identificar um alto nível de materiais parados, agregando exponencialmente custos ao produto. Fazendo necessário a racionalização dos estoques como uma das estratégias competitivas mais importantes para as empresas.

Isso por que, apesar de no longo prazo a demanda ser aproximadamente igual. No curto prazo, quando avaliado mês a mês, ou semana após semana, as flutuações dos níveis de estoque impactam no planejamento das operações de compra, produção, distribuição e dimensionamento de estoques (WANKE, 1999).

Segundo Ballou (2006), gerenciar estoques é balancear a disponibilidade dos produtos ao consumidor, com os custos de abastecimentos, que são necessários para ter a disponibilidade. Desta forma, com objetivo de minimizar os custos relativos a estoques, foi desenvolvido metodologias para definir a disponibilidade e custos relevantes ao estoque. Sendo essas desenvolvidas em torno de duas filosofias básicas: puxada e empurrada.

Enquanto para Liker (2007), existem 5 filosofias de gerenciamento de estoques, sendo elas apresentadas na Figura 2.4. Onde as filosofias mais à esquerda seguem os modelos tradicionais de lotes padrões e as filosofias mais à direita seguem os modelos ligados a metodologias enxutas, sendo elas ideais, por terem ausência de estoque, pois interliga todas as etapas do processo.



**Figura 2.4** - Filosofias de gestão de estoque.

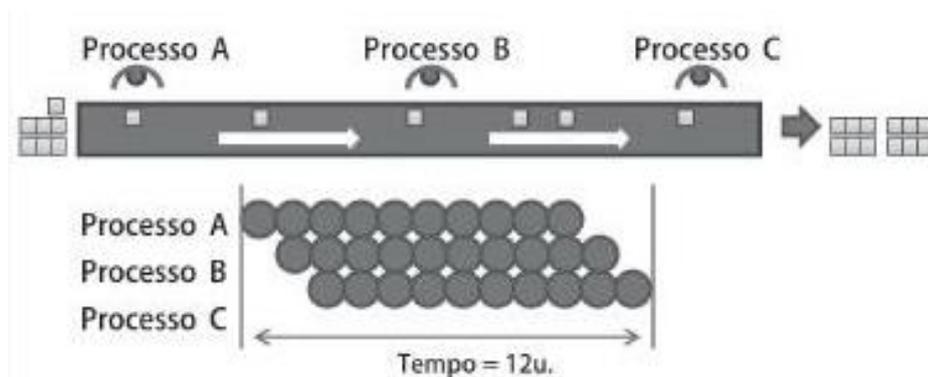
Fonte: Liker e Meier (2007, p. 108).

Segundo Tavares (2017), no sistema empurrado toda a produção é feita a partir previsão de demanda dos clientes, aumentando os riscos de falta ou sobra de produtos a depender da assertividade da previsão. Assim, quanto pior a capacidade de previsão, e maior *lead time* do processo produtivo, mais chances de ocorrerem erros na entrega do produto ao cliente ou no tamanho do estoque.

O sistema puxado supermercado é a forma mais comum e básica de sistema puxado, onde cada processo armazena uma quantidade de cada item, sendo produzido apenas a quantidade necessária para reabastecer a quantidade que foi retirada. Tendo como principal desvantagem manter um estoque com todos os produtos produzidos, não sendo prático caso a variedade de produtos seja muito grande. Nesse caso, pode ser empregado o sistema puxado sequencial, onde os produtos são basicamente feitos sob encomenda e o estoque total do sistema é minimizado, sendo necessário manter um *lead time* curto, assim como deve ser bem compreendido o padrão de pedido dos clientes. Sendo comum que seja respeitado a sequência de entrada dos pedidos e estoque para atendimento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair, ou ainda FIFO (*First In, First Out*). Por último, o fluxo contínuo, onde ocorre a movimentação de uma unidade por vez, sendo um processo iniciado apenas após o anterior ter sido concluído, conforme a Figura 2.5, garantindo fluidez ao processo e eliminação de desperdícios da operação, se aproximando mais dos conceitos do *Just-In-Time* (TAVARES, 2017).

Os conceitos de puxado e empurrado tratados por Tavares (2017), podem ser complementadas por Ballou (2006), onde o controle de estoque puxado implica em estoque reduzido, dado que este reage melhor às condições de demanda e custos que o controle empurrado, apesar de terem sido desenvolvidas métodos para uma vasta variedade de situações.

Segundo Gonçalves (2010), duas perguntas básica envolvem a gestão de estoques, sendo elas: Quando repor e quanto repor. Onde a primeira parte da necessidade de saber o momento exato de fazer a reposição de materiais para cada item, enquanto a segunda para definir a quantidade a ser reposta sempre que for exigido um reabastecimento de estoques. Fazendo-se necessário a implementação de sistemas para auxiliar a controlar os estoques e responder as duas perguntas.



**Figura 2.5** - Exemplificação de fluxo contínuo.

Fonte: Tavares (2017, p. 179).

Segundo Ballou (2006), o problema da gestão de estoque na prática está na grande quantidade de itens a serem gerenciados, usualmente localizados em diferentes pontos de estoque abastecidos por diversas fabricas. Assim, embora o controle de estoque possa ser tratado como pequenos problemas de itens e locais únicos, uma visão integrada pode ser utilizada para redução de custos.

Foram levantadas em diversas literaturas sistemas de gestão de estoque, sendo estes tratados a seguir.

### 2.2.1 Estoque de Segurança

Estoque do tipo pulmão, conforme a Figura 2.6, que faz um acréscimo ao estoque normal, para suprir as ineficiências do sistema e proteger a empresa contra a variabilidade na demanda e no prazo de reposição. Sendo que, quanto maior o risco de variações, maior deve ser o estoque de segurança (BALLOU, 2006; TAVARES, 2017).

Segundo Dias (2010), não se deve esquecer que estoque de segurança representa capital empatado e inoperantes, assim, deve-se ter bom senso ao dimensionar o estoque de segurança, mesmo que este seja ponto chave para estabelecimento de ponto de pedido. De forma utópica, ele poderia ser tão alto que jamais ocorreria a falta de estoque, entretanto geraria um custo elevado, dado que este seria convertido em um estoque permanente para a empresa. Ao mesmo

tempo que determinar um estoque de segurança demasiadamente baixo, pode acarretar custos de não possuir o material quando necessário, levando a perda de vendas, paralisação da produção e despesas com fretes especiais.

Assim, se não houvesse incertezas nos prazos de entrega e a demanda fosse totalmente previsível, não haveria a necessidade de estoques de segurança, pois o estoque de segurança está totalmente atrelado ao risco que a empresa está disposta a assumir com a ocorrência de falta de estoques (DIAS, 2010).



**Figura 2.6** – Classificação de estoques.

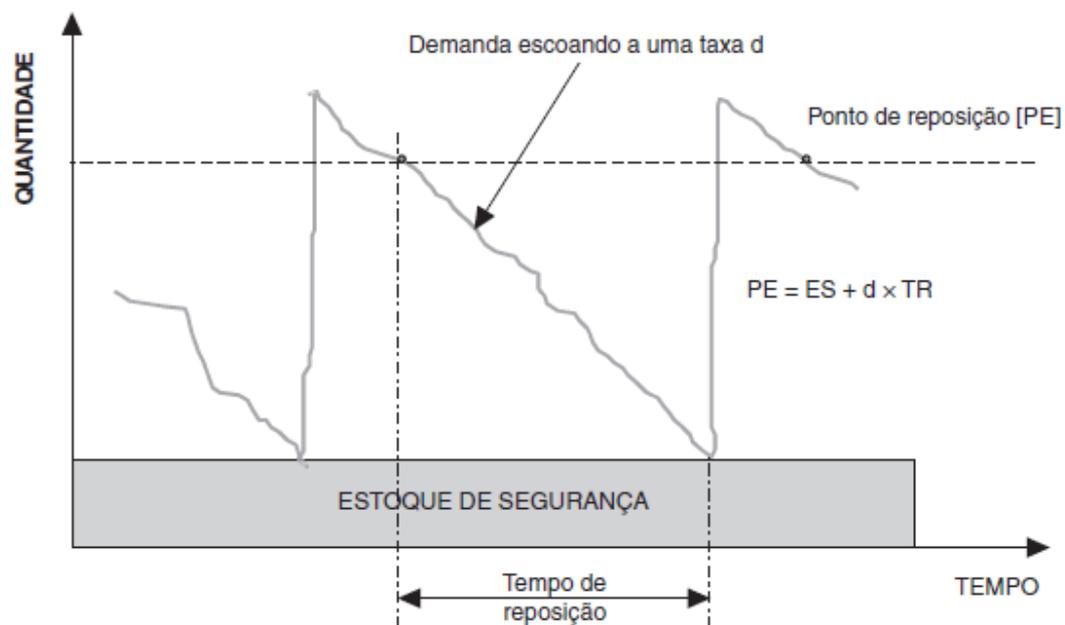
Fonte: Adaptado de Neogrid (2021).

### 2.2.2 Sistema Mínimos e Máximos

Segundo Ballou (2006), este é provavelmente o sistema de controle de estoque puxado mais conhecido e mais utilizado, mesmo não sendo melhor que os sistemas *Just-in-time*. Uma vez que possui mais fácil implementação e é um método adequado para ser utilizado quando a demanda é incerta.

Segundo Dias (2010), o sistema mínimos e máximos, ou ainda sistema de quantidades fixas, são utilizados, pela dificuldade de se determinar o consumo e pelas variações do tempo de reposição dos itens, dado que se fosse possível saber o consumo exato do material em um período determinado, não existiria dificuldade em determinar um ponto de pedido para ter o material em estoque para atender solicitações.

Esse sistema é baseado em um determinado nível de estoque que indica a necessidade de repor o material sempre que o estoque atinge esse nível. Sendo, portanto, um sistema de reposição contínua, no qual uma vez definido o nível de estoque e a quantidade de reposição, ele pode ser automatizado por um sistema computacional que irá realizar a reposição do estoque, conforme a Figura 2.7 (GONÇALVES, 2010)



**Figura 2.7** – Sistema de Mínimos e Máximos.

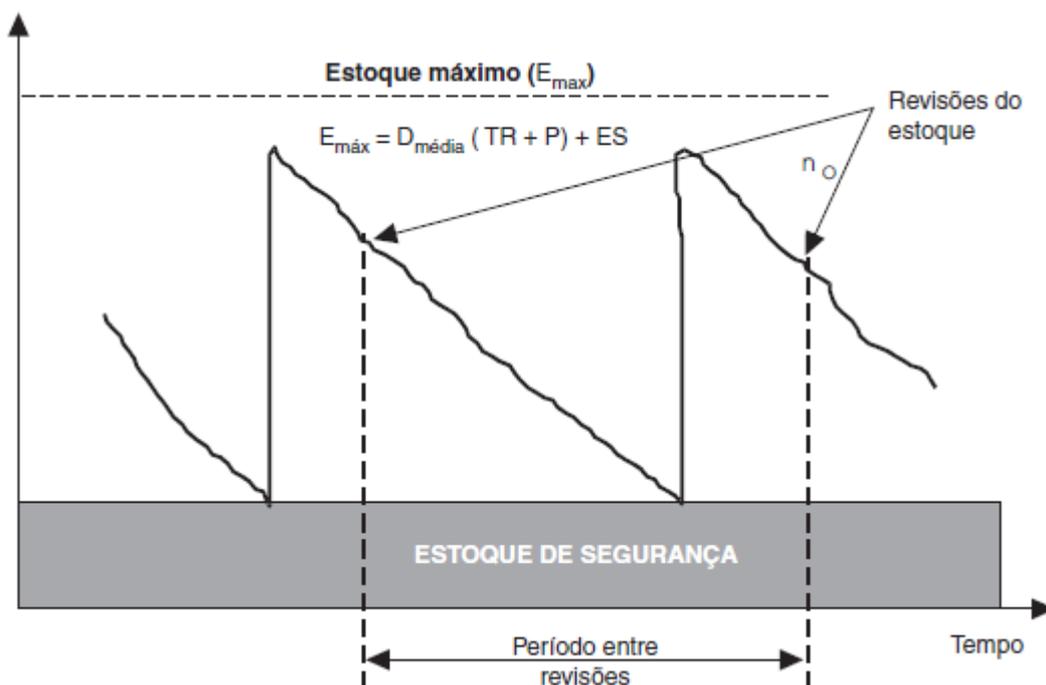
Fonte: Gonçalves (2010, p. 155).

Ainda segundo Gonçalves (2010), o sistema de quantidades fixas, auxilia na redução do estoque de segurança e reduz a necessidade de grandes revisões de quantidade de estoque, pois o estoque vai depender do comportamento da demanda.

### 2.2.3 Sistema de Revisão Periódica

Sistema em que é definido um período fixo de revisão do nível de estoque, que considera o estoque físico existente, o nível de consumo e tempo de reposição, conforme a Figura 2.8. Nesse sistema a quantidade pedida é a necessidade da demanda do próximo período, considerando-se também um estoque mínimo que previna atrasos na entrega durante o período de revisão e reposição (DIAS, 2010).

Segundo Ballou (2006), o sistema de revisão periódica é uma alternativa para o sistema min-max, em que todos os itens podem ser revisados ao mesmo tempo, garantindo economias de produção, transporte e aquisição. Entretanto o sistema de revisão periódica exige um estoque ligeiramente maior que o anterior, tendo, porém os custos administrativos e de aquisição reduzidos, compensando os custos de manutenção de estoques que foram incrementados.



Legenda:  $E_{\max}$  - Estoque máximo;  $D_{\text{média}}$  - Demanda média;  $TR$  - Tempo de Reposição;  
 $P$  - Período entre revisões;  $ES$  - Estoque de Segurança

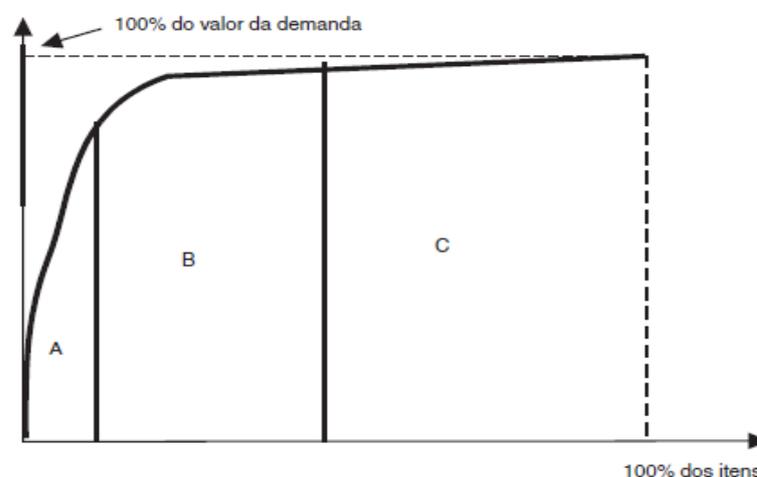
**Figura 2.8** – Sistema de Revisão periódica.

Fonte: Gonçalves (2010, p. 157).

Para Gonçalves (2010), nesse sistema, a única variável constante é o período de revisão de estoque, pois a demanda é uma variável aleatória, que sofre variações durante o período entre revisões, e irá definir a quantidade a ser reposta, podendo ser diferente a cada revisão de estoque. Tendo como vantagem a possibilidade de programar as entregas aos usuários e a possibilidade de conhecer o estoque de cada item individualmente, garantindo uma melhor gestão de itens perecíveis, que podem ter um período de revisão menor.

#### 2.2.4 Curva ABC

Segundo Gonçalves (2010), o sistema ABC foi fundamentado nos estudos realizados por Vilfredo Pareto (1842-1923), em que foi verificado por ele que existia uma lei geral em que uma pequena parte da população absorvia grande porcentagem da renda, restando uma pequena porcentagem de renda que é compartilhada pela maior parte da população. Essa mesma regra funciona para itens de uma empresa, onde uma pequena parcela dos itens representa um maior volume de consumo e uma grande parcela dos itens representam um volume de consumo pequeno, conforme a Figura 2.9. Assim, o objetivo do sistema ABC é identificar os itens de maior valor de consumo (Classe A), uma vez que estes representam alto valor de investimentos, e exercer sobre eles uma gestão mais bem refinada.



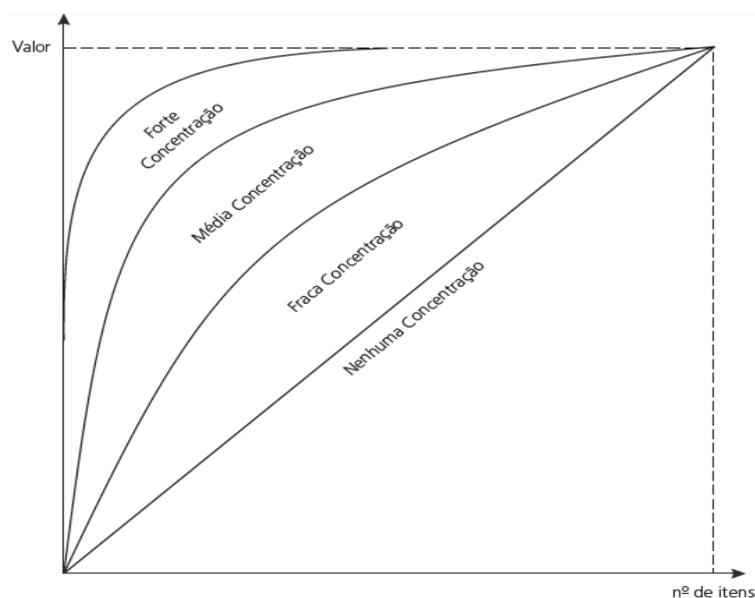
**Figura 2.9** – Curva ABC.

Fonte: Gonçalves (2010, p. 170).

Segundo Ballou (2006), essa é uma política que pode ser aplicada pelas empresas, uma vez que nem todos os produtos têm a mesma importância em termos de vendas, lucro, *marketshare* e competitividade, para a companhia. Assim a classificação por grupos torna possível atingir níveis de estoques menores do que com uma política única para todos os produtos.

Entretanto segundo Dias (2010), podem existir a ocorrência de produtos com mesma importância (nenhuma concentração), ou poucos produtos com grande participação nos valores (Forte concentração), assim, a curva ABC, pode apresentar comportamentos diversos a depender do valor dos itens e do número de itens, conforme a Figura 2.10, podendo interferir na maneira de aplicação da curva ABC.

A definição do volume de itens na classe A, B e C, não possuem regras, sendo apenas utilizado o bom-senso para determinar. No geral são colocados no máximo 20% do total de itens na classe A, 30% na classe B e 50% na classe C, entretanto esses valores podem variar para cada necessidade. Assim, a curva ABC apresenta uma liberdade para aplicação, para diferentes tamanhos de companhias, sendo inclusive possível determinar mais classes que apenas as 3 apresentadas (DIAS, 2010).



**Figura 2.10** – Diferenciação do comportamento das curvas ABC.

Fonte: Dias (2010, p. 77).

### 2.2.5 Estoque guiado pela oferta

Apesar de diversos sistemas de gestão terem sido apresentados, além de outros que não foram tratados nesse trabalho, segundo Ballout (2006), existem casos em que as metodologias não são possíveis de serem aplicadas, pois elas preveem que a oferta e demanda são razoavelmente equilibradas, entretanto há situações que apesar de toda a tentativa, a oferta não consegue alinhar com a demanda, podendo sobrar oferta, fazendo necessário a concessão de descontos ou outras estratégias para abaixar o estoque a níveis aceitáveis, ou ainda, pode ocorrer escassez por conta de uma alta demanda, sendo que nesse caso, quase nada pode ser feito pela gerência para evita-la.

385

### 2.2.6 FIFO e FEFO

São métodos simples de gerenciamento de manuseio, movimentação e priorização dentro de uma operação logística, sendo que no primeiro, FIFO (*First In, First Out*), é garantido que o primeiro material que entra contabilmente no estoque é o primeiro também a sair, sendo esse, um método amplamente utilizado, para garantir a renovação do estoque (GONÇALVES, 2010; TAVARES, 2017).

Por outro lado, o método FEFO (*First Expire, First Out*), é garantido que os itens com maior chance de vencer, sejam enviados primeiro, evitando assim, que seja necessário descartá-lo ainda em posse da empresa, por estar expirado. Esse é um método amplamente utilizado no varejo, onde grande parte dos itens possuem data de validade e é necessário aplicar uma estratégia para evitar desperdícios (TRINDADE, 2016).

A partir dos conceitos apresentados, é possível identificar que existem diversas ferramentas para gestão e movimentação de estoque, podendo ser utilizada uma ou mais, para garantir que os níveis de estoque sejam mantidos à nível aceitável, balanceando os riscos da falta de estoque e os custos de manter itens e matéria prima armazenadas, que podem chegar à 40% do valor do item por ano.

A escolha da ferramenta de gestão pode ser feita por tipo de item ou de maneira geral pela empresa, sendo necessário avaliar para cada caso a que melhor se adapta à demanda, para evitar o acontecimento de *back-orders* pela falta de estoques. Sendo necessário avaliar a necessidade de estoque de segurança para itens que possuem alta variação de demanda.

### 2.3 Sistema Toyota de Produção (STP)

O Sistema Toyota de Produção (STP) é oriundo do termo em inglês *Toyota Production System* (TPS) e se trata de uma cultura organizacional que objetiva expor e resolver os problemas nos mais diversos ambientes e situações (TOYOTA, 2022).

Segundo Lean *Institute* Brasil ([s.d.]), o desenvolvimento do TPS foi feito no período posterior a Segunda Guerra Mundial, por Taiichi Ohno, no Japão. Tendo iniciado a implementação nas operações de usinagem na fábrica da Toyota, desenvolvido para fornecer menor custo, maior qualidade e o *lead time* mais curto por meio da eliminação de desperdícios, utilizando os pilares de *Just-In-Time* e *Jidoka*, conceitos desenvolvidos em períodos pré-guerra.

Segundo Ohno (1997), os seus esforços para construir o TPS, também se baseava na forte necessidade de descobrir um novo método de produção que eliminasse o desperdício e permitisse a entrada da Toyota nos Estados Unidos.

#### 2.3.1 Histórico

Para entender o Sistema Toyota de Produção é necessário estudar os sistemas de produção da indústria automobilística que desencadearam o TPS.

Segundo Womack, Jones e Roos (2004), em meados de 1984, um abastado membro do parlamento inglês desejava comprar um carro e para isso não se dirigiu a uma revendedora de veículos ou com um fabricante de automóveis, pois essas não existiam, mas sim para uma renomada fábrica de máquinas-ferramentas da região, a Panhard & Levasdor (P&L). No início da década de 1890, ela produzia apenas centenas de automóveis por ano, dado que a sua força de trabalho era composta em sua maior parte por artesões habilidosos, que conheciam com

minúcia os princípios da mecânica e os materiais que trabalhavam. A falta de precisão nas peças fabricadas em diferentes fornecedores fazia com que cada automóvel fosse diferente do outro, sem padronização e necessitando muitos ajustes para fazer as peças se encaixarem. Em suma, a produção de automóveis era artesanal, a qual possuía como característica: força de trabalho altamente qualificada em projeto, operação de máquinas, ajuste e acabamento; organizações extremamente descentralizadas, com a maioria das peças e grande parte do projeto provindo de pequenas oficinas; e volume de produção baixíssimo, de aproximadamente mil veículos por ano.

Ainda segundo Womack, Jones e Roos (2004), por volta de 1905, menos de 20 anos depois da produção do primeiro automóvel comercialmente viável, existiam centenas de empresas produzindo carros em pequenos volumes e utilizando técnicas artesanais. Evoluindo para produção em massa somente após a Primeira Guerra Mundial, em 1914.

Segundo Ford (1925), desde 1895, quando teve o seu primeiro carro, até 1902, ano da fundação da *Ford Company*, ele construiu ao todo uns 25 carros, e nesse período o carro havia vencido sua fase inicial, em que o único estímulo era a locomoção e passava agora a outra, cuja maior importância estava na velocidade. Na busca por um modelo que atendesse as suas expectativas, foram desenvolvidos 8 modelos de carros, até atingir o Ford T, em que se resolvia o problema como construtor, reduzindo a construção do automóvel de modo que qualquer pessoa pudesse lidar com ele. Então a partir de 1909, Ford declarou que só fabricariam um único modelo, o Ford T, e que cada comprador poderia pintar o seu carro da cor que quisesse após a aquisição, mas que este, seria entregue pintado de preto ao cliente.

Ainda segundo Ford (1925), o modelo T, possuía mais ou menos 5000 peças, algumas bastante grandes e outras do tamanho de uma rodinha de relógio, com isso um trabalhador gastava muito tempo sem proveito, só com o transporte das peças e ferramentas de um lugar para o outro. Fazendo necessário adaptações às fabricas da Ford, para que as peças e ferramentas chegassem aos operários na ordem natural das operações, por meio de um sistema aéreo de carretilhas. Isso reduziu o tempo de produção do carro que era inicialmente de 12h e 8 minutos para 1h e 33 minutos, no início de 1914. Esse tempo foi posteriormente reduzido com a não

produção de todas as peças do automóvel e mais estudos a respeito da produção em série do Ford T, chegando a uma produção diária de 500 carros, ou seja, um carro a cada 3 minutos.

Segundo Womack, Jones e Roos (2004), a produção em série se disseminou e se mostrou bastante lucrativa para as indústrias automobilísticas até meados do ano de 1955, quando a produção em massa se tornou comum em todos os países do mundo, fazendo com que essas indústrias perdessem vantagem competitivas.

Segundo Lot (2007), o Fordismo permitiu um aumento da produtividade nas indústrias automobilísticas a partir dos recursos disponíveis, reduzindo os custos de produção, a partir da padronização e aumento da velocidade com a produção em massa. Entretanto esse aumento na velocidade, gerou limitações, entre elas na qualidade produto, pois mesmo que o problema fosse identificado durante a produção, a linha de montagem não poderia para resolvê-lo. A mudança de modelos de produtos também ficou prejudicada, dado que isso significaria a paralização da linha de produção para a troca de ferramentas e peças. Esse modelo visava o maior lucro do dono dos meios de produção, o que poderia resultar em baixa qualidade dos produtos.

Segundo Ohno (1997), os Estados Unidos da América, durante muitas décadas baixaram os custos produzindo em massa um menor número de tipos de carro. Esse era um estilo de trabalho americano, mas não japonês, que desejavam cortar custos, mas ao mesmo tempo produzir pequenas quantidades de diversos tipos de carros.

Assim, com as oportunidades de melhoria presentes no fordismo, que na época possuía um dos mais eficientes parques fabris do mundo, segundo Tavares (2017), Eiji Toyoda estudou a planta da Ford e voltou para o Japão com a missão de melhorar a fábrica da família, a Toyota, junto com Taiichi Ohno. Em 1949, após a empresa sofrer a sua primeira crise, enquanto o Japão estava devastado por consequências da 2ª Guerra Mundial, Toyoda e Ohno, entenderam que não seriam capazes de copiar o modelo de produção em massa da Ford, pelas restrições de espaço no Japão e de recursos em um ambiente pós-guerra. Assim, uma adaptação do modelo, com dimensões reduzidas e as primeiras otimizações foram implementadas e chamadas de Sistema Toyota de Produção (STP).

Este sistema, segundo Ohno (1997), possui dois pilares para sua sustentação: *Just-in-time* e Automação (Automação com um toque humano). Sendo esses essenciais como base a eliminação de desperdícios, que buscam ser mitigados.

### 2.3.2 *Just-in-time*

*Just-in-time* pode ser entendido como um modelo de produção, criado no Japão, que consiste em integrar componentes fabricados por diferentes fornecedores e fazê-los chegar à linha de montagem com hora marcada, sendo utilizado para resolução de graves problemas na administração da produção, evitando por exemplo o acúmulo de estoques e matérias-primas. De maneira literal, *just-in-time* significa “na hora certa”, pois possibilita a produção eficaz, de forma a fornecer apenas a quantidade solicitada, utilizando o mínimo de recursos (FERREIRA e MAGNO, 2013; TAVARES, 2017; MICHAELIS, 2022; SIGNIFICADOS, 2022).

Complementando as definições apresentadas anteriormente, Motta (1996), define que o *just-in-time* não é uma ciência, uma vez que não tem por objetivo estabelecer hipóteses ou teorias em relação a realidade, mas cujo objetivo é por meio de normas, transformar a atual condição. Assim, sendo entendida como uma ferramenta que pode ser aplicada tanto na área de produção, como em outras áreas da empresa, para modificar o ambiente produtivo, aplicando normas e regras.

Segundo Ferreira e Magno (2013), o JIT possibilita a utilização mínima de instalações, equipamentos e recursos humanos, uma vez que fornece apenas na quantidade, local e momento corretos, seguindo a programação estabelecida. Na logística a sua aplicação, reduz desperdícios na movimentação e no tempo entre carga e descarga, por meio da utilização do meio de transporte no seu máximo desempenho.

Uma vez estabelecido o *just-in-time* integralmente, isso é, as partes corretas necessárias chegam no momento exato em que são solicitadas, e somente na quantidade solicitadas, as empresas podem atingir um estoque zero. Entretanto esse é um estado ideal. Um produto que passa por diversos processos e é composto por centenas ou milhares de componentes, terá

dificuldade de aplicar o *just-in-time*, uma vez que uma falha na previsão da demanda, produtos defeituosos, retrabalhos, problemas com o equipamento, absenteísmo, dentre outros problemas, poderá resultar em um produto defeituoso que irá fazer a linha de produção parar. (OHNO, 1997).

Da mesma maneira, segundo Tavares (2017), o *just-in-time* não busca a eliminação total do estoque, sendo essa, consequência da correta implementação da metodologia e alinhamento da cadeia de suprimentos. Que traz como benefícios para a empresa a otimização de recursos e a eliminação de estoques em excesso, que por sua vez, garante, melhores níveis de produtividade, o atendimento da demanda do mercado consumidor e competitividade financeira.

Assim, segundo Ohno 1997, a produção de componentes sem preocupação com os processos seguintes, seguindo apenas o plano de produção, gerará imensos estoques de componentes desnecessários, enquanto com a produção seguindo somente o JIT, será gerado componentes defeituosos para suprir a produção na quantidade e momento desejado. Sendo necessário adicionar um novo modelo de gestão de produção, o *Kanban*.

### 2.3.3 Automação

A Automação ou *Jidoka* é o segundo pilar do Sistema Toyota de Produção, conhecido como “pilar da qualidade”. Esse conceito não deve ser confundido com simples automação, pois trata de uma automação com toque humano (OHNO, 1997).

Ainda segundo Ohno (1997), a ênfase da automação era de que as máquinas de tecer auto-ativadas parassem instantaneamente quando um problema era detectado, evitando a produção de itens defeituosos.

De forma complementar, segundo Ghinato (1996), embora o conceito de *Jidoka* seja frequentemente associado à automação, este é mais bem vinculado com autonomia do que com automação. Permitindo ao operador ou a máquina que interrompa a linha de produção, para a correção de defeitos.

Essa autonomia se mostra evidente, em uma linha de montagem que possui alta participação de atividades manuais, uma vez que nesse caso, o operador é o responsável pela interrupção da atividade assim que descobre qualquer anormalidade. Sendo essa uma obrigação dentro da Toyota, para evitar a produção da não qualidade (*LEAN INSTITUTE BRASIL*, 2006).

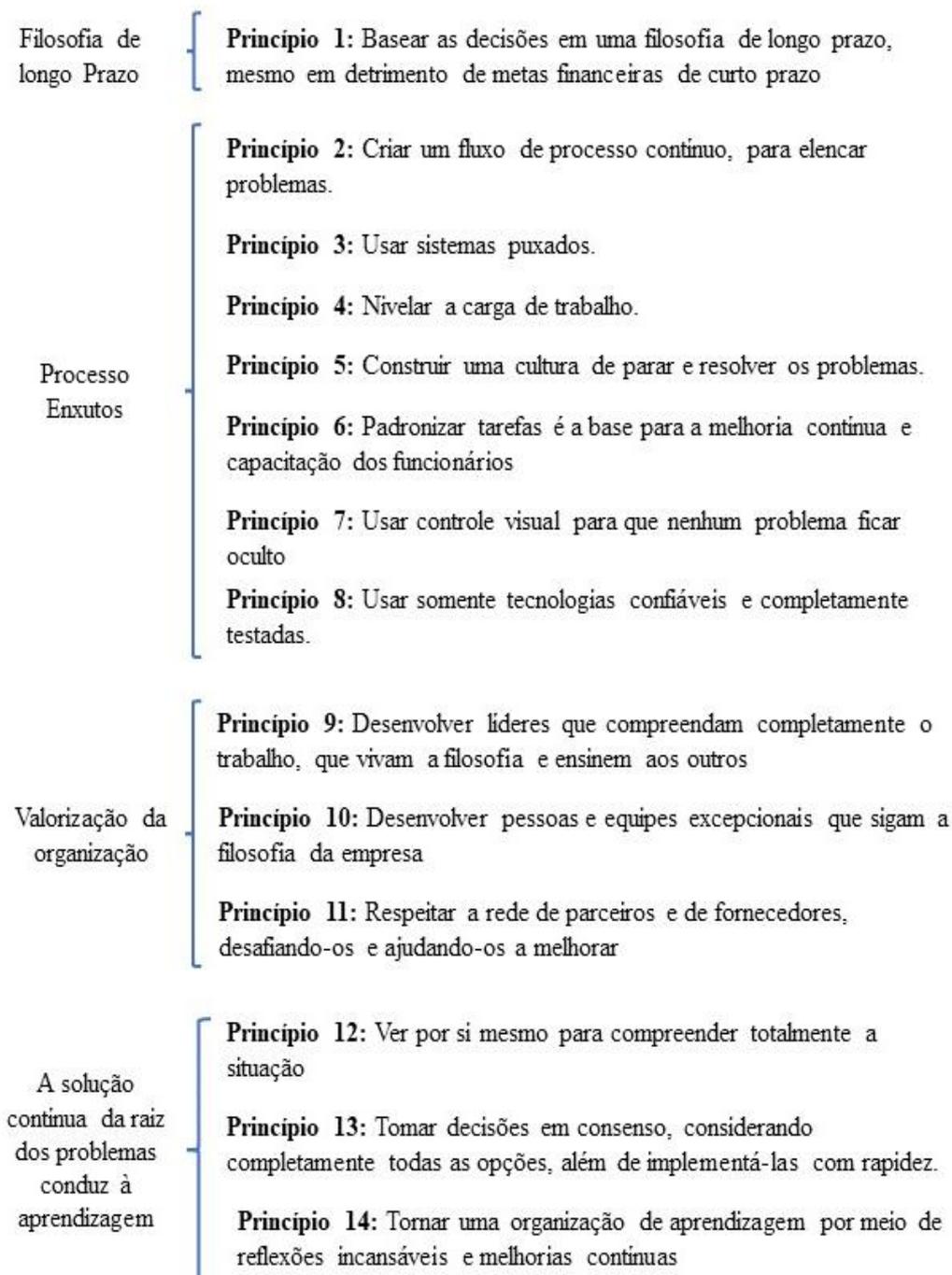
Segundo Ohno (1997), quando a linha é parada por um operador ou uma máquina, por conta de um problema, força todos a tomar conhecimento do fato, fazendo com que seja possível compreender claramente o problema e gerar melhorias no processo. Dessa forma foi estabelecido a regra de que os próprios operadores deveriam parar a produção quando encontrada anormalidades.

Reforçando a importância da autonomia para o STP, segundo Ghinato (1996), a paralisação da produção, torna imediatamente visível o problema para o operador, seus colegas e a sua supervisão, gerando um levantamento imediato das causas e correções necessárias. Tornando esse procedimento chave para a obtenção de altos índices de qualidade das fábricas da Toyota em relação a outras montadoras.

### 2.3.4 Princípios do STP

Segundo Liker (2007), em uma empresa, os funcionários são participantes ativos do STP, trabalhando, comunicando-se, resolvendo questões e sugerindo melhorias juntos. Assim, o modelo Toyota é mais do que um conjunto de técnicas para eficiência e melhoria, é uma cultura, onde os funcionários possuem senso de urgência, propósito e trabalho em equipe para a resolução de problemas. Com o tempo, como todos estão envolvidos na resolução de problemas, acaba-se por treinar todos para se tornarem melhores.

Ainda segundo Liker (2007), o modelo Toyota é constituído por 14 princípios, apresentados na Figura 2.11, sendo possível em uma organização, utilizar uma variedade de ferramentas e mesmo assim não seguir todos os princípios, o que resultará em melhorias de desempenho momentâneas, que não serão sustentáveis. Dessa forma, ter uma empresa enxuta é desenvolver os princípios corretos para a organização e aplicá-los com atenção, para continuar a levar valor para os clientes e a sociedade, com alto desempenho.



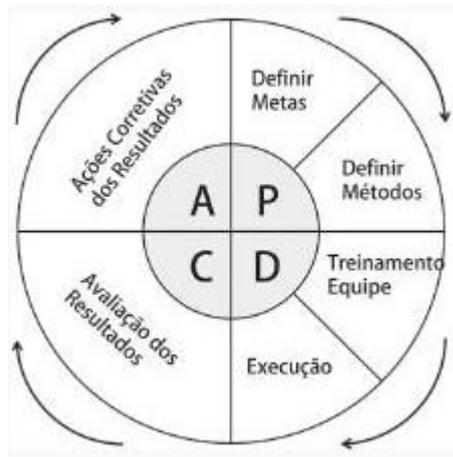
**Figura 2.11** – 14 princípios do Sistema Toyota de Produção.

Fonte: Adaptado de Liker e Meier (2007).

## 2.4 Melhoria Contínua

Segundo o PMI (2017), a melhoria contínua ocorre por meio de conclusões e recomendações de processos de controle de qualidade, auditorias ou soluções no processo de gerenciar a qualidade. Sendo possível aplicar ferramentas para analisar e avaliar as oportunidades para a melhoria. Uma delas é a ferramenta PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), a base para a melhoria da qualidade, definida por Shewhart e modificada por Deming (DEMING, 1990), que é um ciclo de planejar-fazer-verificar-agir, conforme a Figura 2.12.

393



**Figura 2.12** – O ciclo PDCA.

Fonte: Tavares (2017, p. 464).

De forma complementar, segundo Tavares (2017), o PDCA é uma ferramenta iterativa de análise de problemas, utilizada para melhoria contínua nas empresas, uma vez que ao realizar um ciclo PDCA, a hipótese levantada é negada ou confirmada, dando-se início a um novo ciclo que irá aproximar do resultado desejado e da causa raiz do problema

A ferramenta PDCA deve ser dominada pelo gestor logístico, pois é a partir desta que se pode montar um plano de ação para resolver os problemas enraizados nas operações, que muitas vezes são difíceis de identificar, além de nem sempre ser possível em uma primeira análise concluir sobre a causa raiz do problema (TAVARES, 2017).

## 2.5 Lean

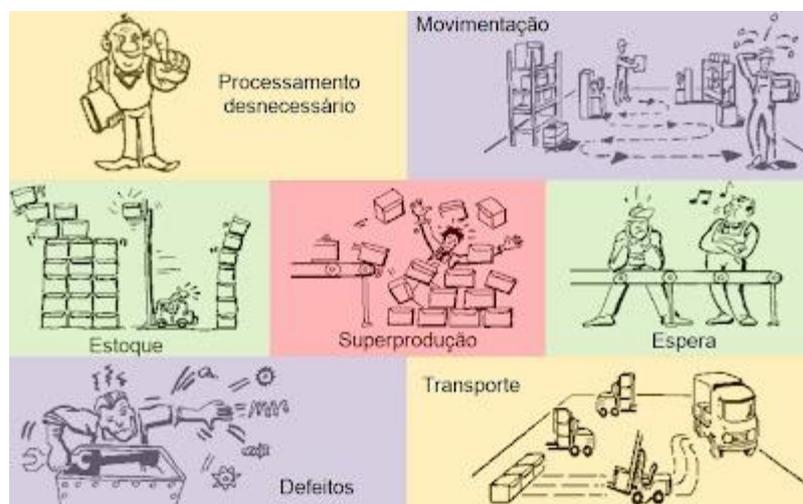
Segundo Tavares (2017), Lean é uma filosofia focada em redução de desperdícios, visando melhorar a qualidade do produto e o custo de produção, aplicando processos de melhoria contínua e organizacional, além de diversas ferramentas de qualidade para a eliminação de defeitos.

Para Zhou (2012), o objetivo de uma empresa enxuta é criar um processo de alta qualidade, que seja capaz de produzir para satisfazer a procura dos clientes, sem desperdícios. Onde segundo Ohno (1997), uma empresa é enxuta por utilizar menores quantidades em comparação com a produção em massa, requerendo menos estoques no local de fabricação, além de resultar em menos defeitos de produção.

Ainda segundo Ohno (1997) e Tavares (2017), existem 7 tipos de desperdícios nos sistemas de fabricação, representados na Figura 2.13, esses desperdícios têm em comum o fato de todos não gerarem valor para o cliente, uma vez que não aumentam a percepção de valor do produto. Sendo eles:

1. Processamento desnecessário: Desperdício referente à todas as atividades ou processos feitos pelo colaborador ou máquinas, que não agregam valor ao produto, se tratando de operações de retrabalho ou reprocessamento. Excesso de controles ou documentação, também são englobadas neste tipo de desperdício
2. Movimentação: Desperdício causado pelo excesso de movimentação do operador para executar uma tarefa, muitas vezes para procurar por ferramentas e documentos, podendo ser causado por um layout ruim ou ambiente de trabalho desorganizado;
3. Estoque: Desperdício causado por qualquer quantidade de estoque acima da quantidade mínima necessária para o funcionamento ideal da cadeia. Este excesso significam um aumento de custos para a empresa, tendo além da necessidade de local para armazenamento, os riscos atrelados à obsolescência, dano ou roubo de materiais;

4. Superprodução: Desperdício que pode acarretar outros, causado pela produção em excesso ou em tempo menor do que o necessário para atender as solicitações. Podendo levar ao aumento de estoques e transportes;
5. Espera: Desperdícios causados pela ociosidade humana ou de equipamentos, podendo surgir não apenas pela falta de informações sobre processos anteriores, matéria prima ou avarias em máquinas, mas também pela subutilização de mão de obra, por essa ser maior que a necessária para a realização das atividades;
6. Defeitos: Desperdício causado pela produção de itens não conformes, fora da especificação técnica ou com desvios, gerando a necessidade de retrabalho ou processamento adicional para evitar o descarte total do item;
7. Transporte: Desperdício causado pela movimentação desnecessária de materiais ou produtos por um planejamento ineficiente, levando ao gasto de tempo e recursos que não agregam valor ao produto.



**Figura 2.13** – Os 7 tipos de Desperdício.

Fonte: Andson (2009)

Tratando do desperdício de estoque, que é o foco deste trabalho, segundo Riani (2006), a perda sob a forma de estoque significa desperdícios de investimentos e espaço, sendo que a eliminação desse desperdício pode encontrar uma barreira para a sua eliminação uma vez que

é considerado pela organização uma vantagem para aliviar problemas. Entretanto este pode ser reduzido por meio da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter altos estoques, ou seja, reduzindo os outros desperdícios, conseqüentemente, este será reduzido.

Segundo Banaccorsi, Carmignani e Zammori (2011), a adoção de princípios *Lean* para uma empresa não é apenas benéfica para a redução de custos e aumento de performance, mas também para aumentar a satisfação do cliente.

Desta forma, ainda segundo Banaccorsi, Carmignani e Zammori (2011), a filosofia *Lean* deve ser aplicada focada em 5 conceitos fundamentais:

1. Especificar o que cria valor na perspectiva do cliente;
2. Identificar o fluxo de valor, ou seja, todas as atividades que agregam valor ao produto;
3. Apoiar fluxos contínuos, minimizando interrupções e esperas;
4. Aplicar um sistema puxado, entregando exatamente o que é demandado pelo cliente;
5. Esforçar-se para atingir a perfeição.

Segundo Rother e Shook (2013), na filosofia *lean*, busca-se construir um processo para produzir apenas o que o próximo processo necessita e quando necessita, de forma que todos os processos sejam ligados, desde o consumidor final até a matéria prima, em um fluxo que gere o menor *lead time*, com o custo mais baixo e a maior qualidade.

### 2.5.1 Trabalho Padronizado

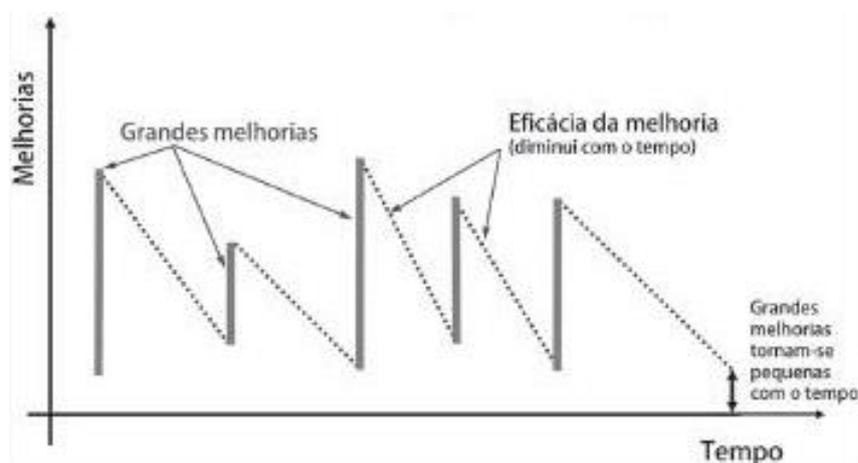
Segundo Kishida, Silva e Guerra (2006), o trabalho padronizado ou trabalho padrão é uma ferramenta *Lean* básica visando a eliminação de desperdícios, focada no movimento e trabalho do operador em processos repetitivos, de forma a estabelecer procedimentos padrões para cada um dos operadores baseado em 3 elementos:

1. *Takt time*: Ritmo necessário de produção para atender a demanda do cliente;
2. Sequência de Trabalho que um operador deve seguir para realizar a tarefa dentro do *takt time*;

3. Estoque padrão de processo: itens exigidos para manter o processo operando de forma contínua.

Segundo Tavares (2017), o trabalho padronizado não substitui os procedimentos internos e instruções de trabalho da empresa, apenas documenta a forma mais eficiente de realizar um conjunto de atividades por meio de um fluxo organizado, para atender o *takt time*. Assim, o Trabalho padrão é essencial para o desenvolvimento organizacional e a manutenção da melhoria, uma vez que permite que os processos se tornem mais consistentes e robustos, facilitando inclusive o treinamento de novos funcionários.

Ainda segundo Tavares (2017), a Figura 2.14 demonstra os ganhos de um processo de melhoria quando não existe a padronização na organização, de forma que após a implementação de uma grande, a ausência de trabalho padrão, permite o regresso para um patamar semelhante ao anterior com o passar do tempo. Assim a estabilidade da melhoria é assegurada pela padronização, obtendo-se melhores resultados, com menores esforços, conforme a Figura 2.15.



**Figura 2.14** – Execução de melhorias sem o processo de padronização.

Fonte: Tavares (2017, p. 234).

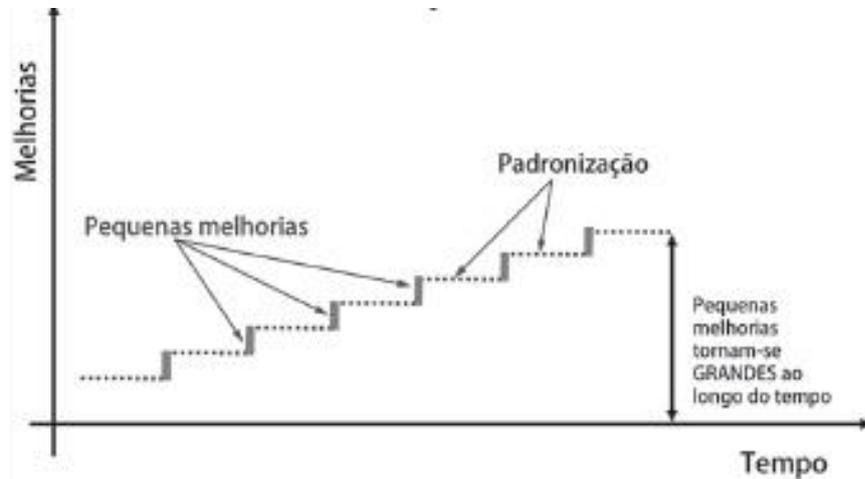


Figura 2.15 - Execução de melhorias com o processo de padronização.

Fonte: Tavares (2017, p. 235).

### 2.5.2 Gemba

Segundo Golveia (2010) e Coutinho (2018), *Gemba* é o local onde o trabalho acontece, podendo ser qualquer local onde a ação acontece e fatos podem ser encontrados, sendo um bom lugar para se realizar melhorias de grande importância que gestores, supervisores e diretores estejam presentes, visto que as pessoas que estão ali presentes, lidam todos os dias com os processos que acontecem, conhecendo as falhas e podendo ter ideias de como resolvê-los. Assim decisões podem ser tomadas erroneamente quando ignoram a parte mais importante do processo, o *gemba*.

### 2.5.3 Kaizen

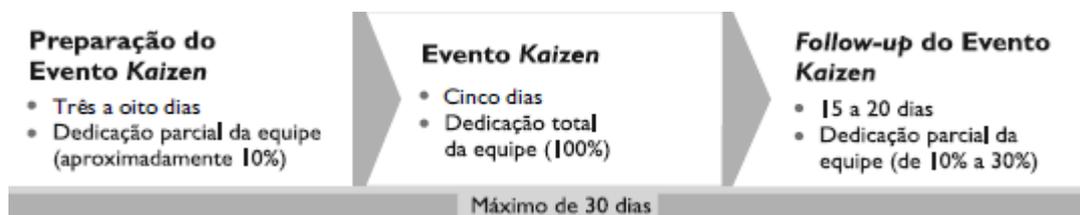
O *Kaizen* ou melhoria contínua é uma ferramenta fundamental da metodologia *Lean*, considerada a chave do sucesso dos métodos japoneses de produção, uma vez que defende pequenas melhorias incrementais e aperfeiçoamentos constantes, rotineiramente aplicadas para obter melhorias significativas em um longo prazo, por meio do treinamento dos colaboradores

de diversas posições e níveis hierárquicos para que possam trabalhar juntos de forma a melhorar os processos e resolverem problemas (RIANI, 2006; TAVARES, 2017).

Segundo Werkema (2013), o Kaizen é usualmente utilizado para resolver problemas restritos encontrados após o mapeamento do fluxo de valor e é conduzido por uma equipe de pessoas com diferentes funções dentro da empresa, tendo como pontos fortes:

- a) O elevado interesse e apoio dos gestores;
- b) Disponibilidade de recursos;
- c) Tendência de implementação imediata;
- d) Possibilidade de mudanças radicais;
- e) Suporte para o mapeamento do fluxo de valor (VSM).

Riani (2006) e Werkema (2013) trazem definições de *kaizen* principalmente relacionados ao evento *kaizen*, um curto período destinado a resolução de um ou mais problemas encontrados e que precisam ser trabalhados com foco total da equipe para solução. Sendo que a Figura 2.16 apresenta as etapas deste evento.



**Figura 2.16** – Fases do Kaizen.

Fonte: Werkema (2013, p.47).

## 2.5.4 Hansei

Segundo Liker (2009), o *hansei* é essencial para o *kaizen*, uma vez que os indivíduos são o motor por trás do processo de *kaizen*, e eles devem trabalhar para sua própria melhoria, motivado pela insatisfação de como as coisas são atualmente.

Ainda segundo Liker (2009), *hansei* ou reflexão, não é exatamente um princípio específico do STP, mas parte da cultura japonesa, que possui três componentes principais:

- a) O indivíduo deve reconhecer que existem problemas e estar aberto a *feedbacks* negativos, onde os problemas podem ser a diferença entre as expectativas e o resultado obtido;
- b) O indivíduo deve de maneira voluntária aceitar responsabilidade pessoal e sentir arrependimento profundo;
- c) O indivíduo deve se comprometer com um plano para sua melhoria.

Assim, por meio do *hansei*, espera-se que os indivíduos reflitam sobre as suas deficiências e possam corrigi-las.

### 2.5.5 *Kanban*

Segundo Ohno (1997), o *Kanban* é uma ferramenta *Lean* com a finalidade de se atingir o *just-in-time*, uma vez que permite que operários, supervisores e gerentes saibam exatamente o que precisa ser feito, promovendo melhorias tanto no trabalho, como nos equipamentos utilizados. Se tratando de uma ferramenta de *Lean*, a sua utilização promove a eliminação de desperdícios de espera, estoques e defeitos, além de impedir a recorrência de panes.

De forma complementar, segundo Tavares (2017), *Kanban* é um sistema de controle das quantidades movimentadas em todos os processos de fluxo de materiais, controlado a partir de um sistema de cartões, para operar um sistema puxado de movimentações, interligando toda a operação de suprimento ou produção, até a etapa final.

### 2.5.6 5S

O 5S é uma ferramenta que surgiu no Japão inicialmente composto por 9S ou 9 Sensos (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke, Setsuyako, Sekinin, Shitsukoku e Shukan*), palavras japonesas iniciadas pela letra “s”, que apresentam princípios fundamentais para uma empresa manter organizado o local de trabalho por meio da manutenção apenas do necessário, da limpeza, padronização e da disciplina para a realização do trabalho, com o mínimo de supervisão possível. A implementação do 5S não consiste apenas de aplicar o programa, mas

sim em manter os bons hábitos na organização, para trazer melhores condições de trabalho e então gerar bons resultados para a empresa (Campos *et al.*, 2005).

Os 5S serão mais bem detalhados nas seções a seguir, entretanto, segundo Tavares (2017), eles podem ser resumidos conforme apresentados na Figura 2.17.

Senso	Conceito
1. Utilização	Separar o necessário do desnecessário, eliminando todos os materiais inúteis.
2. Organização	Disponibilizar cada coisa em seu devido lugar, organizando e otimizando o espaço de trabalho de maneira eficaz.
3. Limpeza	Limpeza e organização do ambiente de trabalho.
4. Padronização	Criação de normas e padronização das atividades.
5. Disciplina	É o hábito de observar, seguir e zelar pelos sentidos anteriores, promovendo uma melhoria contínua.

**Figura 2.17** – Os conceitos do 5S.

Fonte: Tavares (2017, p. 57).

### 2.5.6.1 SEIRI

O “Senso de Utilização” é o primeiro S e trata da necessidade de itens para a execução do trabalho, retirando os itens que não são utilizados ou inúteis ao trabalho. De modo que são utilizados apenas os recursos disponíveis com bom senso e equilíbrio, descartando ou dando o devido destino àquilo considerado desnecessário. De maneira a eliminar desperdícios não apenas materiais, assim como tarefas desnecessárias, evitando esforços desnecessários e buscando identificar as causas raízes dos excessos, para que sejam adotadas medidas preventivas para o não excesso (CAMPOS, *et al.*, 2005; TAVARES, 2017).

Segundo Campos (2005), o hábito de guardar é instinto natural das pessoas, assim, para ter sucesso neste senso é necessário saber identificar o necessário e descartar o desnecessário. Para isso é possível implementar ações como:

- a) Analisar todos os itens presentes no local de trabalho;

- b) Separar os itens necessários;
- c) Verificar a utilidade de cada item;
- d) Adequar os estoques às necessidades;
- e) Criar o hábito de compartilhar itens;
- f) Promover dias focados em limpeza ou descartes, em que todos devem selecionar os itens desnecessários e dar o destino ideal para estes.

### 2.5.6.2 SEITON

O “Senso de Organização” é uma continuação do primeiro senso, pois trata dos materiais que foram separados no primeiro senso, de forma a desenvolver um arranjo físico para organizar de forma funcional o local de trabalho, mantendo os itens de uso mais frequentes com fácil acesso e itens de pouco uso em locais menos acessíveis, tendo como sugestão de separação a Figura 2.18, de modo a facilitar o fluxo de pessoas, materiais e informações, possibilitando gerar um sistema de controle visual (CAMPOS *et al.*, 2005; TAVARES, 2017).



**Figura 2.18** – Sugestão de separação de itens úteis, segundo o senso de organização.

Fonte: Tavares (2017, p. 61).

Segundo Campos, *et al.* (2005), para implementar o senso da organização é necessário:

- a) Reorganizar a área de trabalho;
- b) Classificar os objetos e guardá-los conforme a classificação;

- c) Utilizar cores fortes e etiquetas para identificação;
- d) Utilizar quadros de aviso;
- e) Utilizar o FIFO para itens estocados;
- f) Desenvolver mapas de riscos.

Segundo Tavares (2017), a partir da implementação desse senso é eliminado a necessidade de movimento e perdas por ineficiências. Sendo perceptível a melhoria no/na:

- a) Eficiência da operação e redução de custos;
- b) Controle de estoques de produtos, insumos e documentos;
- c) Utilização racional do espaço e do tempo;
- d) Melhor ambiente de trabalho, com a redução de riscos de acidentes;
- e) Motivação da equipe.

### 2.5.6.3 SEISO

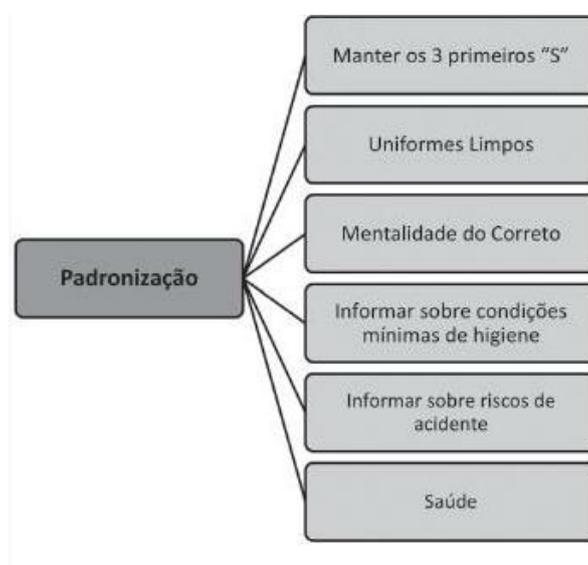
Segundo Campos *et al.* (2005) e TAVARES (2017), o “Senso de Limpeza” consiste em manter limpo o ambiente de trabalho, verificando de maneira regular, inclusive, máquinas e ferramentas. De maneira geral, o foco desse senso não está no ato limpar, mas sim de não sujar. Podendo em um sentido mais amplo estender-se para informações/dados, que devem armazenadas corretamente e atualizadas com frequência para garantir que dados inúteis não afetem as tomadas de decisões. Assim, a implementação deste senso pode eliminar todo tipo de poluição sonora, visual e ambiental, trazendo benefícios para toda a organização, como:

- a) Melhor disposição para o trabalho e redução do absenteísmo;
- b) Motivação para a produtividade de qualidade;
- c) Valorização da imagem da empresa para colaboradores e clientes;
- d) Melhor apresentação dos produtos e serviços.

#### 2.5.6.4 SEIKETSU

O “Senso de Padronização” é também conhecido por senso de Asseio, Arrumação e Saúde, e é alcançado com a prática dos sentidos anteriores, sendo também de vital importância para a manutenção dos 3S iniciais, uma vez que é um senso que defende um estado de espírito, criado por meio de hábitos intrínsecos na equipe, praticados sem dificuldade. Sendo a essência desse senso apresentados na Figura 2.19 (CAMPOS *et al.*, 2005; TAVARES, 2017).

404



**Figura 2.19** – O senso de padronização.

Fonte: Tavares (2017, p. 65).

#### 2.5.6.5 SHITSUKE

O “Senso da Disciplina” é também conhecido por senso de autodisciplina, educação e compromisso, é o senso mais difícil de ser implementado, uma vez que envolve a mudança no comportamento humano, o que muitas vezes apresenta resistência, por medo, comodismo ou interesse. Entretanto uma vez consolidado esse senso, pode-se dizer que o 5S está consolidado, pois a disciplina é o que sustenta os 4S anteriores e só pode ser obtida por meio de treinamentos, divisão de responsabilidade e comportamento correto de todos os colaboradores e gestores (CAMPOS *et al.*, 2005; TAVARES, 2017).

Segundo Campos, *et al.* (2005), para praticar esse senso algumas ações devem ser tomadas, dentre elas:

- a) Não ocultar erros;
- b) Tomar providências mediante aos erros;
- c) Elaborar normas objetivas e claras;
- d) Compartilhar visão e valores;
- e) Melhorar a comunicação de maneira geral;
- f) Ser rigoroso com horários;
- g) Criticar de forma construtiva e recebê-las sem tomar como algo pessoal.

Trazendo como benefícios, segundo Tavares (2017):

- a) Melhoria das relações humanas;
- b) Manutenção dos mais altos padrões de qualidade;
- c) Melhoria da imagem da empresa e motivação dos colaboradores.

#### 2.5.6.6 SETSUYAKU

Segundo Campos *et al.* (2005), Zimmer e Klein (2007), este é o senso da necessidade de economia e combate ao desperdício, devendo ser adotado apenas após a implementação dos outros 5 sentidos, sendo importante para reduzir custos e aumentar a produtividade. Podendo ser aplicado com o estímulo para que os empregados criem alternativas para a redução de desperdícios. Tendo como principais benefícios:

- a) Redução de retrabalhos;
- b) Preservação do meio ambiente;
- c) Reeducação das práticas de aquisição de matérias;
- d) Economia para a companhia.

### 2.5.6.7 SEKININ

Segundo Campos *et al.* (2005) e Zimmer e Klein (2007), este é o senso de responsabilidade social, onde um deve sentir-se responsável pelo outro, de forma que a companhia tenha compromisso com a sociedade e cumpra com legislações trabalhistas e ambientais. Esse senso possui como vantagens:

- a) Melhoria da imagem institucional;
- b) Maior produtividade dos empregados;
- c) participação no crescimento socioeconômico da população.

### 2.5.6.8 SHUKAN

Segundo Campos *et al.* (2005) e Ribeiro (s.d.), este é o senso do hábito, sendo tratado como o hábito de praticar o 5S na companhia independente da carga de trabalho ou cobranças. De forma a garantir que o 5S esteja sempre presente na companhia após a sua implementação.

### 2.5.6.9 SHITSUKOKU

Segundo Campos *et al.* (2005) e PDCA (2022), este é o senso da persistência para a transformação dos valores da companhia. Será a partir deste senso, que será mantido o propósito da implementação do 5S, levando a não o realizar apenas na implementação ou em vésperas de auditorias.

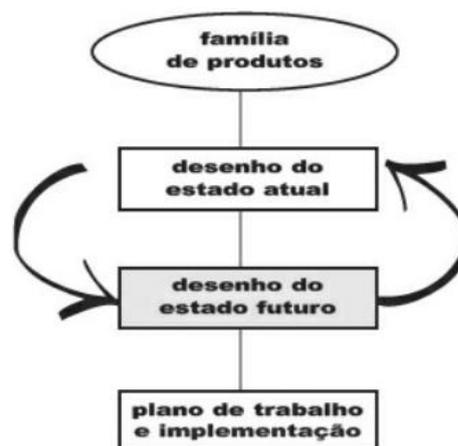
### 2.5.7 VSM

Segundo Tavares (2017), o VSM (Value Stream Mapping) ou mapeamento do fluxo de valor (MFV), é uma ferramenta muito utilizada no STP, tendo se tornado amplamente

conhecida nas operações logísticas, nas quais se buscam melhorias de competitividade e redução de custos.

De forma complementar, segundo Rother e Shook (2013), MFV é uma ferramenta que utiliza apenas papel e lápis e ajuda a enxergar o fluxo de materiais e de informações. Ou seja, ao seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, de forma cuidadosa, será possível realizar uma representação visual de cada processo nos fluxos de materiais e informações e pôr fim a partir de questões chave, desenhar um mapa do estado futuro.

Segundo Rother e Shook (2013) e Tavares (2017), o VSM pode ser uma ferramenta de comunicação, planejamento de negócios e gerenciamento de processo de mudança, servindo, portanto, para que as pessoas conheçam detalhadamente cada um dos processos da operação e possam definir um plano de trabalho, introduzindo um fluxo *lean* de valor. A Figura 2.20 apresenta as etapas iniciais do VSM, sendo o primeiro passo desenhar o estado atual, que é feito a partir da coleta de informações no *gemba*, fornecendo informações relevantes para o desenvolvimento do um estado futuro. Por último, é necessário preparar e aplicar, usando um plano de implementação, como chegar no estado futuro.

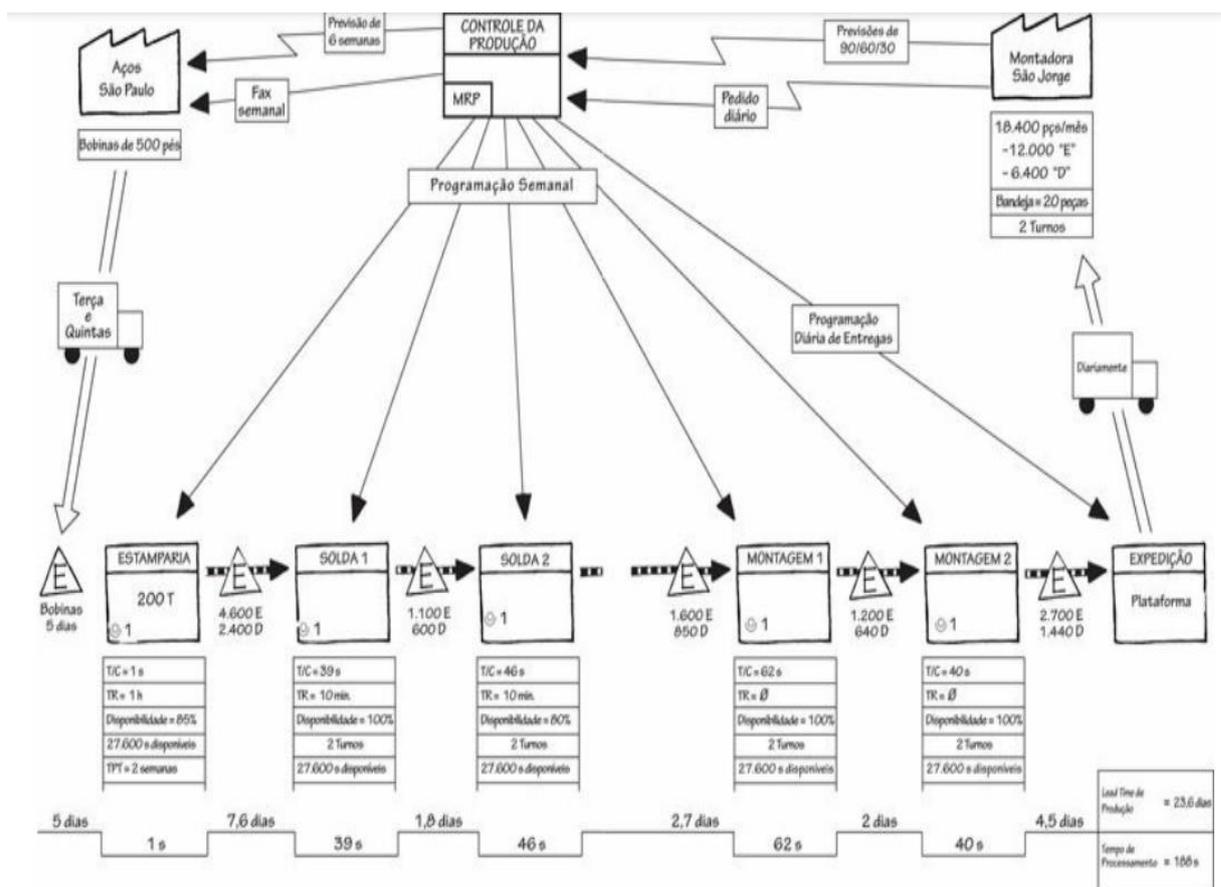


**Figura 2.20** - Etapas Iniciais do Mapeamento do Fluxo de Valor.

Fonte: Rother; e Shook (2013, p.24).

O objetivo do mapeamento fluxo de valor é destacar as fontes de desperdício e eliminá-los a partir da implementação de um fluxo de valor em um estado futuro. De forma que cada processo dentro do fluxo de valor se torne o mais próximo possível de produzir apenas o que os clientes querem e quando precisam (ROTHER e SHOOK, 2013).

A Figura 2.21 apresenta um exemplo de modelo de processo utilizando VSM. Onde é possível identificar todo o fluxo de materiais e informações desde o fornecedor, até o consumidor. É sugerido que a visualização seja feita de traz para a frente, isso é, do consumidor para o fornecedor, para eliminar as influências pessoais no processo, garantindo que o fluxo seja realizado em favor da produção (RIANI, 2006).



**Figura 2.21** – Desenho atual do fluxo de valor.

Fonte: Rother e Shook (2013 p.42).

O *lean* e suas ferramentas são importantes para a constante evolução da companhia, por meio da melhoria contínua, agregando valor ao produto para o cliente em todas as etapas possíveis e buscando eliminar todos os processos que não agregam.

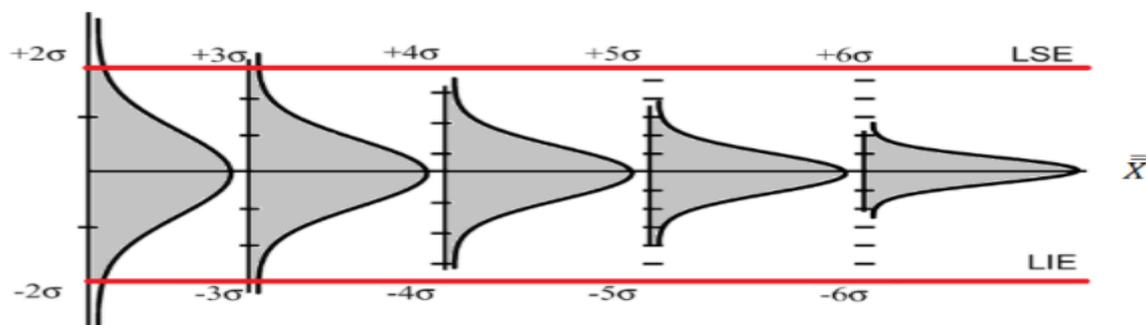
A partir da implementação da metodologia *lean*, torna possível que as mudanças implementadas não sejam perdidas com o tempo e o produto seja entregue ao cliente com o menor preço, mas com o maior valor agregado.

## 2.6 Seis Sigma

Segundo Riani (2006), o Seis Sigma ou *Six Sigma* é um método de solução de problemas organizado e apoiado em métodos estatísticos, utilizado principalmente para a solução de problemas difíceis.

Enquanto para Campos (2015), Seis Sigma é uma estratégia gerencial de mudanças, para acelerar melhorias em processos, produtos e serviços, diminuindo a variação de resultados entregues aos clientes. Reduzindo os custos de não qualidade de produção, desperdícios, inspeções e retrabalhos. Isso por que um processo dito Seis Sigma possui qualidade elevada, onde a probabilidade de defeitos é baixa, em torno de 3,4 falhas por milhão, ou ainda 99,99966% de perfeição.

Segundo Riani (2006), quanto maior o *sigma* de uma organização ou processo, menor a variabilidade existente nesse, dado que *sigma* é a distância do valor real ( $\bar{X}$ ) comparado com o especificado, conforme representado pela Figura 2.22.



**Figura 2.22** – Variabilidade do processo segundo o grau sigma

Fonte: NARCISO FILHO, P. (2017)

## 2.6.1 DMAIC

O DMAIC – *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* – é um método iterativo utilizado para a resolução de problemas e melhoria de processos, sendo um dos métodos mais efetivos em empresas de diferentes portes (TOLEDO, 2019).

Segundo Cleto e Quitero (2011), o DMAIC é uma das ferramentas que compõem os métodos de solução de problemas do Seis Sigma, sendo que para sua aplicação, deve-se ter um conjunto de objetos mensuráveis, ligados a um conjunto de indicadores, que possibilitem oportunidades de solução, dentro de uma perspectiva de melhoria contínua. De forma que o projeto deve ser acompanhado por meio dos indicadores, levando a redução de custos, tempo ou aumento de qualidade.

### 2.6.1.1 D – *Define* (Definir)

Etapa fundamental para aplicação do DMAIC, pois busca entender a visão do cliente, levando-a para dentro da organização, sendo então traduzidas para Características Críticas para a Qualidade (CTQ) (CARVALHO e PALADINI, 2012).

Segundo Werkema (2013), nesta etapa devem ser respondidas as seguintes questões:

- a) Qual é o problema a ser abordado no projeto?
- b) Qual é a meta a ser atingida?
- c) Quais são os consumidores/fornecedores afetados pelo problema?
- d) Quais são os processos relacionados ao problema?
- e) Qual é o impacto econômico do projeto?

Ainda nesta etapa, deve ser utilizado um diagrama SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Customers*, respectivamente: Fornecedores, Insumos, Processos, Produtos e Clientes), com o objetivo de definir o principal processo envolvido no projeto e consequentemente facilitar a visualização do escopo de trabalho (WERKEMA, 2013).

### 2.6.1.2 M – *Measure* (Medir)

Nesta etapa será desenhado os processos e subprocessos que se relacionam com a CTQ, definindo as entradas e as saídas. De forma que a partir das atividades realizadas, seja possível dividir o problema do projeto em outros de menor escopo, ou mais específicos, possuindo mais fácil resolução (CARVALHO e PALADINI, 2012; WERKEMA, 2013).

Segundo Wekerma (2013), essa etapa deve responder as duas seguintes perguntas, para refinar ou focalizar o problema:

- a) Que resultados devem ser medidos para a obtenção de dados úteis à focalização do problema?
- b) Quais são os focos prioritários do problema?

Assim, de forma complementar, segundo Carvalho e Paladini (2012), o sistema de medição utilizado para realizar essa etapa devem ser adequados para atender as necessidades do processo.

### 2.6.1.3 A – *Analyze* (Analisar)

Segundo Werkema (2013), nesta etapa deverão ser determinadas as causas fundamentais do problema, associado a cada uma das metas definidas na etapa anterior, ou seja, para cada meta será respondida à pergunta: por que o problema prioritário existe?

A etapa *Analyze* é muito importante para a metodologia DMAIC, visto que é a etapa de análise dos dados coletados na etapa anterior, e para isso serão utilizadas além das ferramentas tradicionais da qualidade, ferramentas estatísticas para identificar as causas óbvias e não óbvias geradora dos defeitos e as fontes de variações nos processos (CARVALHO e PALADINI, 2012).

Segundo Werkema (2013), essa fase corresponde à quantificação da importância das causas potenciais do problema, sendo que as ferramentas podem variar completamente a depender do problema e processo abordado no projeto.

#### 2.6.1.4 I – *Improve* (Melhorar)

É nesta fase que as melhorias são concretizadas no processo, isso é, quando a equipe interage com as pessoas que executam as atividades, sendo, portanto, uma fase crítica para a implementação dessa metodologia. Sendo enfim os dados estatísticos obtidos, transformados em dados do processo para que seja possível identificar quais transformações serão executadas, para atuar nas causas-raiz (CARVALHO e PALADINI, 2012).

Após essa primeira etapa citada anteriormente, deve-se realizar testes piloto na operação com as soluções encontradas, de forma que em pequena escala a funcionalidade das soluções seja validada e então a partir dos resultados obtidos deste teste será possível identificar e implementar possíveis ajustes para as soluções selecionadas, antes de finalizar essa etapa (CARVALHO e PALADINI, 2012; WERKEMA, 2013).

#### 2.6.1.5 C – *Control* (Controlar)

Qualquer projeto tende para uma condição de mínima energia, ou seja, da ordem para a desordem, assim, caso o processo não esteja sobre controle, este tende a voltar a condição inicial ou anterior a aplicação do projeto. Dessa forma deve ser estabelecido junto com os “donos do processo”, um sistema de medição e controle para medir continuamente o processo para garantir que a capacidade do processo seja mantida, enfatizando a detecção e correção de erros antes que esses se transformem em defeitos transmitidos para os clientes (CARVALHO e PALADINI, 2012; WERKEMA, 2013).

Por último, segundo Werkema (2013), nessa etapa devem ser elaborados manuais e treinamentos para que os novos padrões sejam divulgados para todos os envolvidos no processo, além de elencar os pontos não trabalhados neste projeto juntamente com os gestores, para a possível definição de novos projetos que levarão à correção de outros problemas não resolvidos no atual projeto.

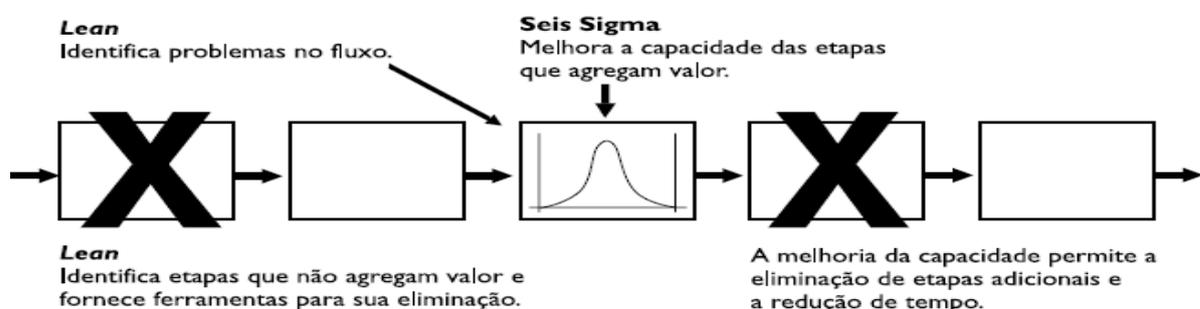
O Seis *sigma* pode ser aplicado nas empresas, principalmente para reduzir a variabilidade de processos e resultados, levando a diminuição de defeitos, sendo que por meio da aplicação do DMAIC, os problemas de difícil resolução pode ser segmentados em problemas de pequena escala e de fácil resolução.

### 2.7 Lean Seis Sigma

O *Lean Seis Sigma* é a integração entre o *Lean* e *Seis Sigma* de forma natural, sendo que quando as empresas aplicam essas duas ferramentas em conjunto, podem usufruir dos pontos fortes de ambas. O *Seis Sigma* por exemplo não enfatiza a melhoria da velocidade dos processos e *lead time*, enquanto esses pontos são trabalhados pelo *Lean*. Por outro lado, o *Lean* não conta com um método para a solução de problemas e com ferramentas estatísticas para lidar com a variabilidade de processos. Assim, uma metodologia pode complementar a outra para atender as necessidades da empresa (WERKEMA, 2013).

De forma complementar, segundo Pinheiro, Scheller e Miguel (2013), quando os princípios presentes no *Lean* e no *Seis Sigma* se complementam, um grupo de características acaba por reforçar outras, permitindo a obtenção de maiores ganhos. Entretanto a aplicação exige modificações na cultura empresarial, coordenação da força de trabalho, desde os funcionários do *gemba* até os executivos da alta administração.

A Figura 2.23 apresenta como o *Seis Sigma* e o *Lean* contribuem para a melhoria dos processos.



**Figura 2.23** – Como o Seis Sigma e o Lean contribuem para a melhoria dos processos.

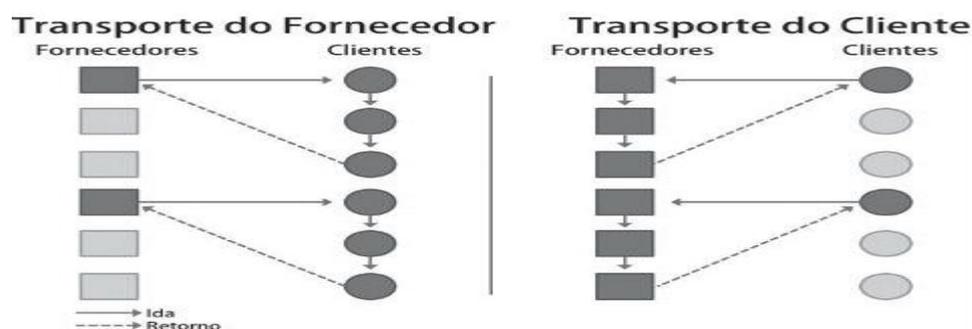
Fonte: Pinheiro; Scheller; Miguel (2013, p.22).

## 2.8 Milk Run

Segundo Tavares (2017), o *Milk Run* é um sistema de abastecimento de materiais utilizado principalmente pelas indústrias automobilísticas, consistindo em um sistema de coletas programadas junto aos fornecedores, sendo uma forma de redução de estoques na cadeia de suprimentos.

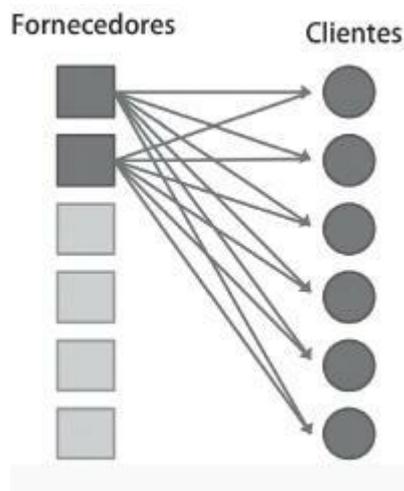
Segundo Chopra e Meindl (2011), o uso de remessas *milk runs* reduz o custo de transporte consolidando entregas para vários locais em um único caminhão, isso por que o *milk run* é uma rota de entrega de produtos de um único fornecedor para vários clientes ou de vários fornecedores para um único cliente, conforme apresentado na Figura 2.24. Sendo possível a implementação quando pequenas entregas muito frequentes são necessárias regularmente e os clientes ou fornecedores estão próximos geograficamente, possibilitando que o tamanho do lote de reposição seja reduzido, e conseqüentemente os estoques.

Ainda segundo Tavares (2017), o *milk run* adota um conceito com ênfase na filosofia *just-in-time*, buscando com sua aplicação a redução de estoques, maior frequência de abastecimento de suprimentos e maior integração entre a cadeia de suprimentos. Diferente do que ocorre em um sistema convencional, apresentado na Figura 2.25, no qual o fornecedor faz suas entregas para cada um dos clientes de forma direta. Sendo que com a implementação do *milk run*, a logística é feita em dias e horários preestabelecidos, por um único veículo. Maximizando a ocupação do veículo e reduzindo o fluxo para a carga e descarga de materiais.



**Figura 2.24** – Funcionamento do Milk-Run em diferentes responsabilidades do transporte.

Fonte: Adaptado de Chopra e Meindl (2011, p.384).



**Figura 2.25** – Funcionamento de uma distribuição direta convencional.

Fonte: Adaptado de Chopra e Meindl (2011, p.383).

## 2.9 Crises

Crises podem ser entendidas como momento perigoso, difícil ou decisivo, em que se estabelece uma perspectiva de incerteza, gerando uma perturbação que obriga a instituição a se recompor. De maneira geral, quando se estabelece um momento como esse, a reação da empresa é defensiva, buscando reduzir recursos físicos e financeiros que estão ociosos, além de buscar aumentar a eficiência e produtividade. Nestes momentos, as mudanças bruscas podem abalar empresas sólidas, que possuem grande domínio do mercado, pois as novas condições fogem do controle das empresas (BERTERO, 1980; PRIBERAM, 2022).

Segundo Curvo (2011), são abundantes as literaturas que referem à crises, principalmente durante a década de 1930 e 1970, dado que as instabilidades e recessões mundiais desses períodos levaram ao questionamento sobre quais políticas deviam ser adotadas para o enfrentamento do problema em âmbito local e mundial. O mesmo acontece com a crise de 2008, mostrando que é possível deduzir que as crises são recorrentes, modificando apenas a duração, frequência, origem e tipologia entre elas. Sendo usualmente ligadas à uma série de fatores políticos, institucionais, econômicos e sociais, que levam à falência de empresas, aumento da taxa desemprego, redução do comércio e instabilidade social e política.

Ainda segundo Curvo (2011), de forma simplificada, as crises podem ter 3 configurações básicas, podendo ser também uma combinação entre elas:

1. Em **U** – Onde a economia desacelera lentamente e se recupera da mesma forma;
2. Em **V** – Onde a economia desacelera rapidamente e se recupera da mesma forma, sendo que para esse caso podemos ter a conversão de uma crise em forma V, para uma forma W, caso os problemas estruturais não sejam resolvidos. Fazendo com que após uma primeira recuperação, volta-se a ter uma queda para pôr fim a recuperação;
3. Em **L** – Onde a economia desacelera de forma muito rápida (O mais rápido dentre todas as configurações), se mantendo em um nível de recessão por um período relativamente longo. Tendo difícil recuperação principalmente depois de consolidada a crise.

Por não serem vinculadas à um ciclo, nenhuma crise é pré-anunciada e não é possível estar plenamente preparada para lidar com essa situação adversa. Onde muitas vezes as lições aprendidas na crise anterior são esquecidas, surgindo um clima de desinformação, insegurança, e confusão dentro da organização, uma vez que os funcionários não podem entender os desdobramentos, a gravidade e os impactos que serão gerados. Assim, mesmo que a empresa tenha desenvolvido um planejamento, é importante notar que este nunca será suficiente para minimizar totalmente os impactos, gerando custos, provavelmente imprevisíveis (CURVO, 2011; LAW INNOVATION, 2020).

Avaliando as tipologias de crise mais propícias para ocorrer no Brasil, dado os cenários internos atuais, assim como o histórico mundial, serão discutidos nos tópicos abaixo as fontes de cada tipo de crise, histórico, assim como os principais sinais para que a empresa cujo é objeto de estudo possa se prevenir e aumentar sua competitividade em momentos de instabilidade.

### 2.9.1 Crise Financeira

A última grande crise financeira enfrentada pelo mundo foi a de 2008, podendo ser considerada a mais severa, enfrentada pelas economias capitalistas desde a crise de 1929. Essa assim como de costume para grandes crises, começou em um país rico, os Estados Unidos,

causada pela desregulação dos mercados financeiros e a agressiva especulação. Dado que as taxas de juros foram mantidas baixas por um longo período, as instituições financeiras aumentaram a oferta de crédito, aumentando consequentemente a alavancagem de famílias, que não possuíam capacidade de pagar ou que não teriam quando a taxa de juros voltasse a subir, criando uma riqueza fictícia, em um setor relativamente pequeno, se comparado com o restante da economia global, entretanto a integração do sistema financeiro com um sistema de securitização financeira que era essencialmente frágil, combinada com a desregulação financeira que acontecia desde a década de 1980 e a alta especulação financeira, tornaram o sistema financeiro arriscado, levando à crise de 2008, chamada de crise do *subprime* (PERREIRA, 2010; PAULA e FERRARI, 2011).

Ainda segundo Paula e Ferrari (2011), Cunha, Prates e Bichara (2009), as crises financeiras têm se tornado cada vez mais frequentes por conta do processo de globalização financeira, que busca criar um único mercado mundial de dinheiro e crédito, mas que têm instrumentos insuficientemente capazes de conter os colapsos financeiros em níveis globais.

Isso se intensifica em países emergentes, como o Brasil, que conta com ainda mais um fator para o início de uma crise financeira, o chamado efeito-contágio, onde a crise possui como epicentro um país desenvolvido, que possui múltiplas relações com economias emergentes, levando à redução de demanda global, do preço das *commodities* e investimentos em países emergentes. Gerando como consequência a desaceleração do crescimento e desvalorização das moedas dessas economias, que por muitas vezes são altamente dependentes de *commodities* e investimentos externos (CUNHA, PRATES e BICHARA, 2009).

A partir dos recortes anteriores, é possível mapear que após grandes períodos de alta especulação e confiança, normalmente causadas por baixos índices de taxas de juros, teremos uma crise financeira para regular novamente os mercados. Podendo essa ter grandes proporções, caso sejam geradas em países desenvolvidos ou caso afete pilares da economia mundial.

## 2.9.2 Crise Sanitária

Segundo Lima, Buss e Souza (2020), a pandemia da COVID-19 evidenciou que o mundo está mais vulnerável à ocorrência e disseminação de doenças conhecidas ou novas, uma vez que os países estão integrados pela globalização, permitindo um aumento da circulação de pessoas informação e mercadorias. Acentuando mudanças sociais que favorecem o contágio de doenças infecciosas e crises sanitárias.

Apesar da pandemia da COVID-19 não ser a primeira do século XXI, já é a maior deste século (Tendo sido antecedida pela da H1N1 em 2009) e é a primeira em alcançar a marca de milhões de mortos após a invenção de antibióticos em 1928 e a ampla aplicação de vacinas, que foi criada no modelo atual em 1796 por Edward Jenner. O que gera um alerta sobre o uso irracional e prescrições indevidas de medicamentos durante décadas, levando ao desenvolvimento natural de fungos, bactérias, vírus e outros microrganismos resistentes a medicina atual. Sendo causadores de cerca de 700 mil mortes anuais no mundo. (RODRIGUES, 2020; BUTANTAN, 2021; OLIVEIRA e SILVEIRA, 2021).

Ainda segundo Rodrigues (2020), a recente crise sanitária da COVID-19, provocou medo, visto que possui cenário semelhante a outros momentos da humanidade, em que doenças se espalharam pelo mundo. As principais pandemias humanidade foram:

1. Peste Bubônica – Aconteceu no século 14 e matou entre 75 e 200 milhões de pessoas na Eurásia;
2. Cólera – Teve sua primeira pandemia em 1817, matando centenas de milhares de pessoas e em 2019 houve registro da morte de mais de 40 mil pessoas devido à doença;
3. Gripe Espanhola – Ocorreu em 1918 e acredita-se que ela matou entre 40 e 50 milhões de pessoas. Tendo infectado mais de ¼ da população mundial;
4. COVID-19 - Iniciou na cidade de Wuhan na china no fim de 2019 e ainda está ativo durante a realização deste trabalho, já tendo atingido a marca de 6.3 milhões no mundo (RITCHIE *et al*, 2022).

Segundo o Barros (2020), em julho de 2020, atingiu-se um aumento de cerca de 3,2 milhões de pessoas desocupadas em relação à 1ª semana de maio. Sendo muito causados pela pandemia da COVID-19, que levou a redução de demanda, fechamento de empresas e *lockdown* em casos mais extremos.

Ainda tratando da COVID-19, segundo Deloitte (2020), apenas 19% das empresas antes do cenário da pandemia do COVID-19, tinham estabelecido um plano de gerenciamento de crises, sendo a previsão de aumento para 92% após a decretação de pandemia pela OMS. Assim, a crise fez e faz com que as empresas se adaptem rapidamente suas operações para responder aos impactos. Acelerando as transformações e elevando a maturidade da gestão. Afinal, a crise impacta diretamente nas formas de trabalhar e produzir de uma empresa, existindo uma política organizacional pré-crise, distinta da pós crise.

As crises sanitárias de forma geral poderiam não impactar as empresas, por meio da adoção de medidas que evitassem ou reduzissem o contágio da doença, entretanto as consequências da crise sanitária estão ligadas a alteração de demanda e da lucratividade da companhia. Podendo, portanto, ser considerada uma pré-crise, que já serve de alerta para a empresa.

### 2.9.3 Crise Logística

Assim como mencionado no tópico anterior, a crise sanitária pode gerar como consequências outras crises, por vezes mais impactantes economicamente que a primeira. A pandemia da COVID-19 trouxe consigo o aumento exponencial do preço de frete. Segundo NEDER (2022), o desequilíbrio entre oferta e demanda da pandemia, gerou uma corrida pelos serviços de transportes, pressionando a capacidade de portos, armazéns, navios e container, levando a disparada do preço do frete. Para a importação da Ásia para o Brasil, o frete pré-pandemia era em média US\$2.000, tendo atingido US\$11.150 em janeiro deste ano, representando um aumento de 5,7 vezes. Dessa forma, como o frete é um custo que é repassado da empresa para o cliente, enxerga-se a inflação de preços de produtos, principalmente importados. Desencadeando uma bola de neve de outras crises que poderão se desencadear.

Ainda segundo NEDER (2022), a pandemia não é a única causadora do aumento constante do preço do frete, podendo também estar atrelada ao aumento das compras *online*, assim como uma mudança de ciclo, onde as companhias de logística ainda sobre os efeitos da crise financeira de 2008, eram forçadas a aplicar margens de lucro apertadas, agora podem obter ganhos maiores.

As crises podem ter diversas fontes (inclusive outras que não foram tratadas nesse trabalho) e de maneira geral, é possível notar a partir das coletâneas anteriores, que uma ou mais podem acontecer ao mesmo tempo, e por vezes desencadeiam em outras. Assim, mesmo que não seja possível prever a próxima crise e especificamente qual setor será atingido por ela, as empresas devem estar preparadas com comitês para reduzir os efeitos das crises e tomar medidas para manter durante esse período a demanda por seus produtos e reduzir os custos causados por desperdícios na sua operação, inclusive com altos estoques de produtos e matérias primas.

## 2.10 Breve Resumo do Capítulo

Neste capítulo foram apresentados recortes de pesquisas bibliográficas, artigos, periódicos, dentre outras fontes, sobre conceitos teóricos fundamentais para a realização deste trabalho, como sistemas de gestão de estoque, estoque de segurança, cadeia de suprimentos e crises, assim como um breve referencial histórico do STP, para contextualizar sobre o surgimento, crescimento e disseminação do sistema que é base para o *Lean Six Sigma* e será utilizado para propor formas de eliminar perdas no processo logístico, objeto de estudo do trabalho.

### 3 MÉTODO

Neste capítulo será caracterizado a pesquisa, os procedimentos utilizados, assim como o objeto de estudo para esse trabalho

#### 3.1 Caracterização da Pesquisa

Segundo Gil (2017), cada pesquisa é diferente de qualquer outra, assim se torna interessante utilizar sistemas de classificação para que seja possível reconhecer semelhanças e diferenças entre as diversas modalidades de pesquisa. Isso é apontado por Silva e Menezes (2001), que complementa as ideias de Gil (2017), com os tipos de classificação de pesquisa que podem ser realizados pelo ponto de vista:

- a) Da natureza;
- b) Da forma de abordagem do problema;
- c) Dos objetivos;
- d) Dos procedimentos técnicos.

A pesquisa desenvolvida nesse trabalho tem natureza aplicada, uma vez que segundo Gil (2017); Silva e Menezes (2001), esse tipo de natureza abrange estudos com a finalidade de resolver problemas identificados na sociedade (situações específicas) em que os pesquisadores vivem, envolvendo verdades e interesses locais, tal qual o tema proposto para o presente trabalho, no qual buscamos propor soluções para a cadeia de suprimentos em períodos de crises ou instabilidades. Sendo utilizadas pesquisas bibliográficas, documentos e estudo de casos como procedimentos técnicos para a obtenção de informações e dados pertinentes ao tema.

Ainda segundo Gil (2017), pesquisa bibliográficas ocorrem quando baseados em materiais publicados, incluindo livros, revistas, jornais, teses, dissertações, anais de eventos científicos, dentre outros, assim como materiais disponibilizados na internet, tendo como principal vantagem expandir a capacidade de pesquisa que poderia ser feito diretamente. A pesquisa documental se assemelha bastante com a pesquisa bibliográfica, entretanto por vezes são realizadas em materiais internos à organização, como pesquisas, relatórios, compilações

estatísticas, dentre outros. Por último, o Estudo de Caso, é um estudo profundo de um ou poucos casos que permitem um amplo e detalhado conhecimento, não possuindo como propósito o conhecimento preciso de características de uma população, mas sim uma visão global de um problema ou fatores que podem influenciar ou ser influenciados por eles. Sendo essas as fontes principais de obtenção de dados e conhecimentos relevantes, se enquadrando nos três casos citados anteriormente.

Em relação à abordagem do problema, o presente trabalho se enquadra como pesquisa qualitativa, visto que existe subjetividade na análise do objeto de estudo, não requerendo métodos e técnicas estatísticas, possuindo como principal fonte de informações o ambiente natural da pesquisa, ou seja, a companhia que é objeto de estudo do presente trabalho. Neste tipo de pesquisa o processo e o significado são os principais indicadores para as hipóteses e possíveis soluções para o problema de pesquisa (SILVA e MENEZES, 2001).

Devido a característica de entendimento dos fatos após o acontecimento e experiências práticas relacionadas ao problema pesquisado buscando maior familiaridade com o ambiente e suas possíveis causas, pode-se englobar esse trabalho no tipo exploratórios. Segundo Gil (2017), a esse é recorrente na maioria em pesquisas com propósitos acadêmicos, visto que irá considerar os mais variados aspectos relativos ao fato pesquisado e torna mais explícito o problema e as hipóteses para o seu acontecimento.

Por último, tratando do método amplo de pesquisa e do tempo, o primeiro podemos caracterizar como dedutivo, visto que segundo Gil (2017), os fatos não podem ser entendidos como verdade absoluta, mas como uma realidade em um determinado grupo ou situação tomados pelos pesquisadores. Enquanto o segundo, trata-se de um recorte no tempo específico, ou seja, o momento da pandemia da COVID-19 ocorrida entre os anos 2020 e 2022, caracterizando-se, portanto, como transversal.

Dessa forma, as caracterizações de pesquisa são apresentadas de forma resumida na

Quadro 3.1, baseado na comparação das literaturas apresentadas anteriormente com o problema e ambiente de pesquisa do trabalho.

Quadro 3.1 – Classificação da Pesquisa.

Métodos	Métodos Amplos	Dedutivo	
	Procedimentos Técnicos	Estratégia da Pesquisa	Pesquisa Bibliográfica
			Pesquisa Documental
		Abordagem do problema	Estudo de Caso
			Pesquisa Qualitativa
<b>Tempo</b>	Pesquisa Transversal		
<b>Natureza</b>	Pesquisa Aplicada		
<b>Objetivos</b>	Exploratória		
<b>Técnica Utilizada</b>	Documentos		
	Análise de Dados		

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 3.2 Procedimentos

Para a elaboração deste trabalho, inicialmente, realizou-se pesquisas bibliográficas em livros, artigos e periódicos que abordassem temas relacionados à cadeia de suprimentos e gestão de estoque, assim como definições e abordagens sobre crises. Esses materiais serviram como base para entendimento de conceitos fundamentais e auxiliou a elencar possíveis futuras soluções.

A seguir, uma vez que o presente trabalho possui como estratégia de pesquisa o Estudo de Casos, consultou-se fontes bibliográficas para identificar os procedimentos necessários para a realização do trabalho. Segundo (YIN, 2001), para os Estudos de Casos são importantes cinco componentes de um projeto de pesquisa:

1. **As questões de um estudo** – Essa etapa fornece uma chave importante para se estabelecer a estratégia de pesquisa mais relevantes a ser utilizada. Para Estudos de Casos é comum questões que utilizem “como” e “por quê” em sua elaboração, buscando assim identificar as fontes do acontecimento;

2. **Suas proposições, se houver** – Em Estudos de Casos, é comum que sejam criadas proposições iniciais que indicam ao longo do desenvolvimento do projeto a essência daquilo que de fato busca-se responder;
3. **Sua(s) unidade(s) de análise** – Esse componente está relacionado com o problema de definir o que é um “caso”. Dado que sem a presença deste, o pesquisador se tornaria tentado a coletar tudo que envolvesse de alguma forma seu projeto, o que é impossível. Assim, a partir das proposições realizadas anteriormente, é possível restringir os dados relevantes para o Estudo;
4. **A lógica que une os dados e as proposições** – Esse componente e o próximo foram os menos desenvolvidos para Estudos de casos, entretanto, este componente busca identificar o meio o qual as várias partes da mesma informação do mesmos casos podem ser relacionadas à mesma proposição teórica;
5. **Os critérios para se interpretar as descobertas** – Esse componente está diretamente atrelado com o anterior. De onde surge um problema para identificar quão adequada está a proposição, visto que não é possível utilizar testes estatísticos para interpretar as descobertas, assim a única forma de validar as proposições é a partir da comparação entre pelo menos duas proposições concorrentes, que poderão indicar aquela que melhor se aproxima da teoria estudada.

Os componentes essenciais apresentados por Yin, dão direcionamento para o procedimento a ser realizado por esse trabalho. Sendo que os componentes 1 e 2 foram explorados ao longo do Capítulo 1, onde foi elaborado o problema de pesquisa e toda a sua contextualização.

Ao longo deste trabalho, busca-se apresentar evidências de que a implementação de metodologias *Lean* são eficazes para o controle de estoques em período de crises e instabilidades, de forma que, existe um conjunto claro de proposições definidas, assim como as circunstâncias nas quais se acredita que as proposições sejam verdadeiras, definindo a unidade de análise como Estudo de Casos Único, segundo (YIN, 2001), onde um único caso pode ser utilizado para determinar se as proposições de uma teoria são corretos.

Os demais componentes serão explorados ao longo dos próximos capítulos, onde serão apresentados os dados coletados e suas análises para definir a aplicabilidade dos conceitos apresentados ao longo deste trabalho.

### 3.3 Objeto de Estudo

A empresa estudada é uma multinacional do ramo químico, com foco na produção de bens de consumo, com um portfólio no Brasil de aproximadamente 3 mil produtos ativos, sendo produzidos em 4 plantas em 2 diferentes estados do Brasil.

Além de contar com uma ampla quantidade de itens, esses ainda possuem variações como cores, formatos e tipo de aplicação, o que leva a aproximadamente 200 mil SKU gerenciados seguindo FIFO (*First in, First Out*) ou FEFO (*First Expire, First Out*) a depender do produto. Itens de saúde produzidos, por exemplo, devem ser mantidos em ambientes climatizados e colocados no mercado com o maior tempo de validade, para que o cliente não compre um material que deverá usar imediatamente ou em curto período.

Assim, deste total de SKU cadastrados, apenas 32 mil são ativos no Brasil, visto que parte dos itens são descontinuados com após testes de mercado ou fim do ciclo de aplicação do produto.

Portanto, com diversas categorias de produtos e uma grande quantidade de itens, torna-se importante definir políticas de estoque consistentes, dado que é difícil prever a demanda para todos os itens, podendo criar custos e desperdícios indesejados com o armazenamento de itens sem previsão de venda.

As políticas de estoque atuais foram colocadas em questão após a crise causada pela COVID-19, conforme apresentado no tópico anterior. Sendo que os desperdícios citados anteriormente se somam a política interna que prevê a destruição de itens sem demanda nos últimos 6 meses.

Desse modo, a partir de práticas *Lean Seis Sigma* e os conceitos apresentados no capítulo 2, pretende-se avaliar e propor políticas para a gestão de estoques consistentes, que

---

possam ser utilizados mesmo em períodos de instabilidades na empresa objeto de estudo do trabalho.

### **3.4 Breve Resumo do Capítulo**

Neste capítulo foi apresentado a classificação de pesquisa deste trabalho, é classificado como dedutivo, em que foi utilizando bibliografias, documentos e Estudo de Caso de forma qualitativa para estudar o recorte de tempo dentro do objeto de estudo.

Na sequência foi apresentado o procedimento para o desenvolvimento do trabalho, assim como o objeto de estudo, que se trata de uma empresa multinacional do ramo químico.

## 4 RESULTADOS

Esse capítulo apresenta dados históricos do período do recorte temporal do desenvolvimento desse trabalho, assim como a apresentação de documentos e estudos realizados pela empresa, que auxiliem a propor soluções para o problema de pesquisa.

428

### 4.1 Problemas Identificados em *Supply Chain* da Companhia

O problema de crescimento de estoques no período da crise foi identificado pelos guardas de inventário em meados de agosto de 2020, onde se decorria 4 meses da pandemia da COVID-19 e a empresa havia aumentado consideravelmente a compra de insumos desde março, aumentando a quantidade destes itens em estoque, para evitar desabastecimento. A alta quantidade de insumos desencadeou na necessidade de produzir itens terminados, mesmo sem grandes demandas do mercado, para evitar o vencimento da matéria prima ainda em estoque. Itens terminados, por vezes necessitam maior cuidado e ocupam maior espaço que as matérias primas, pois são armazenados em embalagens prontas para o envio para o cliente.

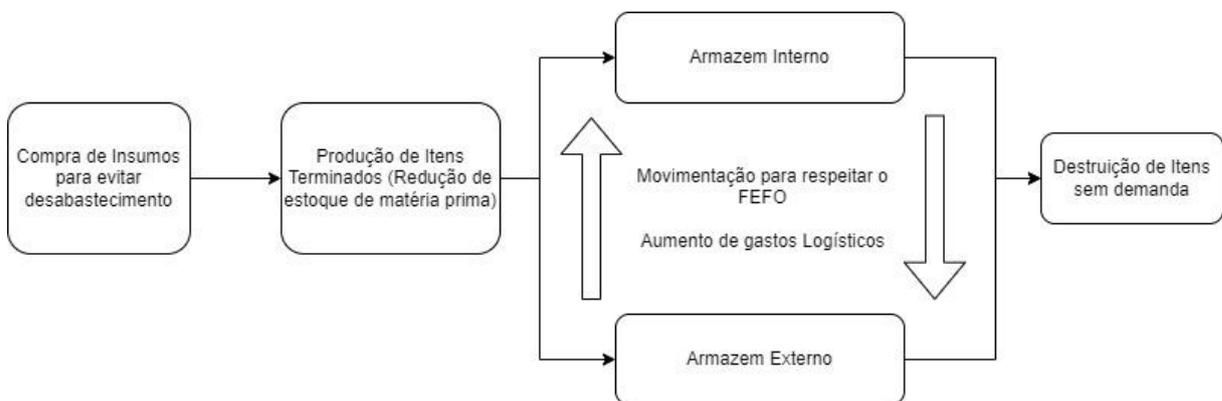
Com a produção de itens terminados sem demanda, a ocupação dos armazéns internos da companhia atingiu rapidamente sua ocupação máxima. Como medida paliativa, pallets eram colocados nos corredores dos armazéns em frente a itens com baixa demanda. Entretanto esse espaço ainda era insuficiente e representava um risco de segurança para funcionários que circulam pelos armazéns (Risco evidenciados pelo acidente envolvendo um funcionário que teve sua perna esmagada, enquanto um operador de empilhadeira armazenada um pallet no corredor). Assim, faz-se necessário o aluguel de armazéns externos para comportar os itens terminados, dado que o armazém interno teve sua capacidade superada com a entrada dos itens produzidos e a baixa venda.

Ainda relacionado aos itens produzidos, a companhia em questão, objeto de estudo, possui como política, a destruição de itens sem demanda nos últimos 6 meses, o que não ocorre com as matérias primas, levando com que vários dos itens terminados produzidos nesse período

fossem destruídos no início ou meio de 2021, pela baixa demanda gerado pelas instabilidades do momento.

A locação de armazéns externos representa um custo alto para a companhia, entretanto, ao levar itens para fora dos armazéns da companhia, adiciona-se custos referente ao transporte entre armazéns interno e externo para respeitar o FEFO (*First Expire, First Out*) ou para despachá-los para clientes. Esse processo envolvia de 3 a 6 carretas por dia levando material interno para externo e vice-versa. O fluxo desde a matéria prima até a destruição de itens é apresentado na

429



**Figura 4.1** - Fluxo do problema identificado com o aumento de estoque de insumos no início da pandemia.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O desperdício de materiais, energia, tempo, dentre outros, geraram grande atenção da gerência e de todos os envolvidos na gestão de estoques (planejadores e guardas de inventário). Abrindo a possibilidade para o estudo de métodos eficientes para gerenciar os estoques no recorte temporal e propor soluções que pudessem ser aplicadas em novas situações semelhantes à encontrada nesse período.

Com o auxílio da fundamentação teórica, apresentada no Capítulo 2, materiais internos e dados referentes ao período estudado, entende-se a necessidade de tratar dos problemas anteriormente apresentados, visto que estes aumentam o custo da operação e conseqüentemente

o preço final repassado ao consumidor, podendo desencadear em uma crise de maior complexidade para a companhia e/ou mercado

Assim sendo, ao longo deste capítulo e dos seguintes, serão apresentados dados e possíveis soluções que atendam a companhia, que ainda sofre com as consequências do despreparo em uma situação imprevisível, além de servir de material de apoio para aplicação antecipadamente em outras empresas com características semelhantes, evitando a necessidade de vivenciar o problema para resolvê-lo.

#### 4.2 Lean Aplicado na Companhia

A companhia estudada neste trabalho, começou a introduzir metodologias *Lean* desde 2001 no Brasil, entretanto esses foram apenas os primeiros passos, visto que foi realizada com pouco afinco, recursos financeiros e humanos para sua implementação. Assim, apenas em 2004, começou-se a ter projetos pilotos de implementação da metodologia em partes da manufatura, com trabalhos padrão e *standard* operacional. Tropeçando em uma das maiores dificuldades da implementação do *Lean*, conforme apresentado no Capítulo 2, que é a manutenção das melhorias implementadas.

Deste modo, podemos considerar que a real implementação de metodologias *Lean*, começaram a ser aplicadas em 2013, quando houve alteração no sistema de manufatura no Brasil, conhecido como *New Manufacturing System* (Novo sistema de manufatura), onde se exigia ao menos a certificação bronze das áreas de manufatura, para reduzir desperdícios e melhorar a eficiência da produção. Pouco a pouco a metodologia foi implementada nas áreas de Segurança no Trabalho, Qualidade, Manutenção e por último na Logística, em 2016. Sendo que nessa última a implementação foi lenta, sendo finalizada apenas em meados de 2017 na primeira área e planta, sem novas perspectivas de abranger outras plantas e área da logística.

A implementação em áreas logística apenas voltou a ser implementado em 2020, com a criação do *Execution Model* (Modelo de execução), que exige a realização apenas operações que agregam valor para o cliente, por meio da aplicação de padronização, melhoria contínua,

qualidade, tecnologia e integração de fluxos, baseado na mudança de cultura empresarial, conforme apresentado na Figura 4.2.

De maneira a desenvolver e acompanhar a certificação *Lean* das áreas, foi criada uma jornada Lean, começando com a aplicação do *Execution Model*, passando para a certificação bronze, *Lean Office* e enfim a certificação ouro. Essa jornada é apresentada na Figura 4.3, onde também é apresentado o foco de cada uma das certificações.

431



Figura 4.2 – *Execution Model*.  
Fonte: Dados da Empresa (2020).



Figura 4.3 – Jornada *Lean*.  
Fonte: Dados da Empresa (2020).

Baseado nos fatos anteriores apresentados, é possível notar que uma parte da metodologia *Lean* aplicada na área de *Supply Chain* da empresa, foi iniciada basicamente a dois anos, concomitante com a ocorrência da pandemia da COVID-19. De forma que mesmo que as áreas logísticas sejam atualmente certificadas *Lean* bronze, existem ainda pontos de melhoria na operação, que por vezes são apontados em eventos Kaizen, no dia a dia da operação ou em auditorias para a manutenção das melhorias já implementadas. Abrindo espaço para a constante utilização de ferramentas *Lean* pela equipe de *Supply Chain* para a resolução de problemas antes imperceptíveis ou considerados rotineiros.

### 4.3 Situação dos estoques

Conforme apresentado no Capítulo 2, estoques de insumos são vitais para a alimentação da produção, entretanto podem ser considerados dinheiro parado, além da possibilidade de incrementar nos custos da operação e no custo final do produto. Por tal, serão avaliados os dados históricos e atuais de estoques e custos atrelados a ele.

#### 4.3.1 Dados históricos

Os dados referentes ao período da pandemia são fundamentais para análise e desenvolvimento de soluções para o problema enfrentado pela companhia durante esse recorte temporal. Apesar de disponível os dados para outros países da América Latina em que a companhia possui planta, iremos restringir a nossa pesquisa à dados do Brasil, por existir maior registro documental sobre políticas de estoque e ser o maior polo produtivo da empresa na região. Em algumas dessas plantas em outros países não existem a produção de itens, ou seja, são apenas centros de distribuição, recebendo os itens empacotados, prontos para a distribuição no mercado nacional, sendo mais fácil prever o *Lead Time*, que depende apenas do envio do item de um país para o outro, saindo do escopo deste trabalho, dado que o principal desencadeador do alto estoque foi a insegurança da entrega de insumos para produção.

No Brasil, a companhia possui uma área plana de estoque de aproximadamente 80 mil metros quadrados, equivalente à 11,5 campos de futebol, contendo em geral 5 níveis de porta pallet, podendo armazenar aproximadamente 48 mil pallets.

Ainda assim, a ocupação média dos armazéns internos foi de 97% ao longo dos anos 2020 e 2021, havendo a necessidade de envio de itens para armazéns externos por falta de espaço. Esses armazéns são locados em locais próximos ao armazém interno, para garantir menores custos logísticos com o envio e retirada de materiais. Ainda assim, apenas com a locação desses armazéns, foram gastos 910 mil dólares, de janeiro a setembro de 2021. Com uma representatividade média de 13% do estoque em estoques externos. Ou seja, seria necessário ter uma capacidade de 54,5 mil pallets nos armazéns internos para estocar todos os itens e matéria-prima da companhia, sem a necessidade de locação.

A companhia nesse recorte temporal, teve em média 1600 pallets por mês em situação *Dead*, status que indica a falta de demanda nos últimos 6 meses e libera a destruição. Evidenciando a dificuldade de se prever demandas em períodos de crises, assim como apresentado no Capítulo 2. Nesses períodos de instabilidade, a empresa perde a referência de como o mercado se comporta, mesmo com vários anos de experiência no mercado brasileiro.

#### 4.3.2 Dados atuais

Os dados atuais serão considerados os dados para o ano atual, 2022, até o mês de setembro, para os quais os dados de estoque estão consolidados e são imutáveis.

A ocupação média dos estoques internos vem sendo reduzida mês a mês, partindo de 90% em janeiro para 72% em setembro. Ainda assim, é necessário a locação de armazéns externos em algumas plantas, representando 9% do estoque interno, ou seja, seria necessário ter capacidade 52,3 mil pallets para não haver a necessidade de locar. Sendo que a maior parte desse armazém externo é utilizado na planta da região metropolitana de campinas, a maior produtora de itens terminados e porta de entrada para insumos para as outras plantas. Os custos com locação representaram no ano atual, aproximadamente 620 mil dólares, uma redução de 31%, desconsiderando variações cambiais. Enquanto nos itens em situação de *Dead*, possui

atualmente média de 656 itens por mês, redução de 59% do recorte temporal da pandemia da COVID-19.

Conforme comentado anteriormente neste capítulo, a empresa ainda sofre consequências da política de estoques adotada no início da pandemia. Ainda que a situação seja mais bem controlada que nos primeiros meses da pandemia, onde a insegurança de desabastecimento de insumos se disseminou na empresa e desencadeou na compra em excesso de matérias-primas. O excesso de utilização de armazéns externos e de destruição de materiais, representam um grande desperdício financeiro e incremento de preços ao consumidor em operações que não agregam valor e poderiam ser evitadas, conforme apresentado no Quadro 4.1.

434

Quadro 4.1 – Comparativo situação de estoque entre o período pandêmico e pós-pandêmico

	Período		Delta
	Pandêmico	Pós-Pandêmico	
Ocupação Interna Média	97%	83%	14%
Ocupação Externa Média	13%	9%	31%
Custo Armazém Externo [mil]	101	69	32%
Pallets em <i>Dead</i>	1600	656	59%

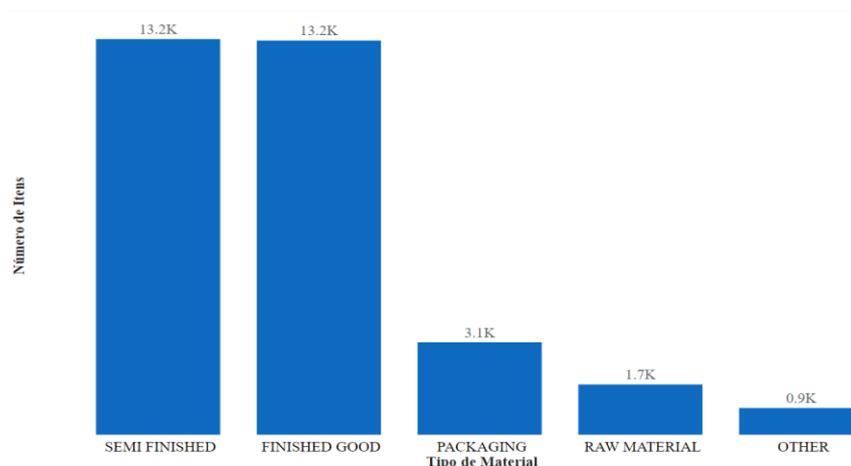
Fonte: Dados da Empresa (2022).

#### 4.4 Classificação de itens

A empresa estudada, utiliza diversas classificações para os itens, a primeira delas é relacionada com a classe do material. Em momentos anteriores a esse, foram tratados apenas de insumos e materiais terminados, para facilitar o entendimento do leitor, entretanto a companhia separa em mais categorias, sendo elas:

- a) Matéria-prima: Insumos para a produção;
- b) Produto semiacabado: Itens produzidos em sua característica final. Sendo a forma em que o item sai da manufatura para receber posteriormente sua embalagem e rótulos para a venda;

- c) Produto terminado: Itens já empacotados e prontos para a distribuição para o cliente;
  - d) Embalagens: Caixas de papelão e agregadores de itens personalizados;
  - e) Outros: Materiais de escritório, periféricos e materiais de manutenção das instalações.
- A quantidade de itens ativos por classe é apresentada na Figura 4.4.



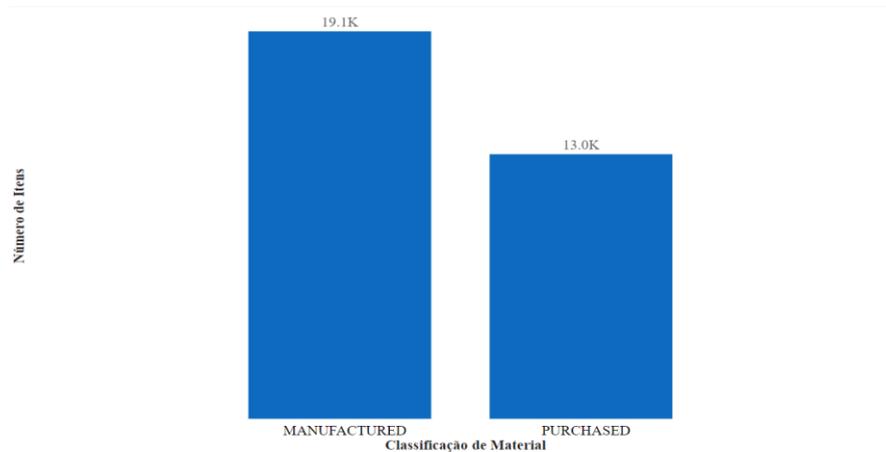
Legenda: *Semi Finished* – Produto semiacabado; *Finished Good* – Produto terminado; *Packaging* – Embalagem; *Raw Material* – Matéria-prima; *Other* - Outros.

**Figura 4.4** – Quantidade de itens por classe

Fonte: Dados da empresa (2022)

A segunda categoria de classificação de itens é referente à compra ou manufatura de itens. Insumos de produção, embalagens e matérias de manutenção no geral são itens comprados, assim como alguns itens semiacabados, os quais o maquinário possui alto custo para ser adquirido e a margem de lucro é pequena.

A distribuição itens ativos por esse tipo de classificação é apresentado na Figura 4.5.



Legenda: *Manufactured* – Manufaturado; *Purchased* – Comprado.

**Figura 4.5** – Quantidade de itens ativos por categoria.

Fonte: Dados da empresa (2022).

A companhia ainda classifica os itens segundo a classe de criticidade, essa classificação segue o sistema ABC, entretanto a classificação é aplicada de forma adaptada, incluindo a classe D, ou seja, utiliza-se o sistema ABCD, possibilidade também no Capítulo 2.

Para dar maior atenção às classes A e B, considerando que existem grande quantidade de itens produzidos e gerenciados, essas duas classes agrupadas são chamadas de *Core* (Núcleo) e as duas outras classes agrupadas são chamadas de *Extended* (Amplio).

A seguir são apresentados um compilado dos dados da empresa, de forma que a Figura 4.6 apresenta o número de itens terminados ativos, conforme a classificação ABCD, enquanto a Figura 4.7 segundo a classificação *Core/Extended*. O mesmo ocorre para a Figura 4.8, Figura 4.10 e Figura 4.12 que apresentam o número de itens semiacabados, matérias-primas e embalagens ativos, respectivamente, conforme a classificação ABCD, enquanto a Figura 4.9, 4.11 e 4.13 apresentam a classificação *Core/Extended* por número de itens semiacabados, matérias-primas e embalagens ativos respectivamente.

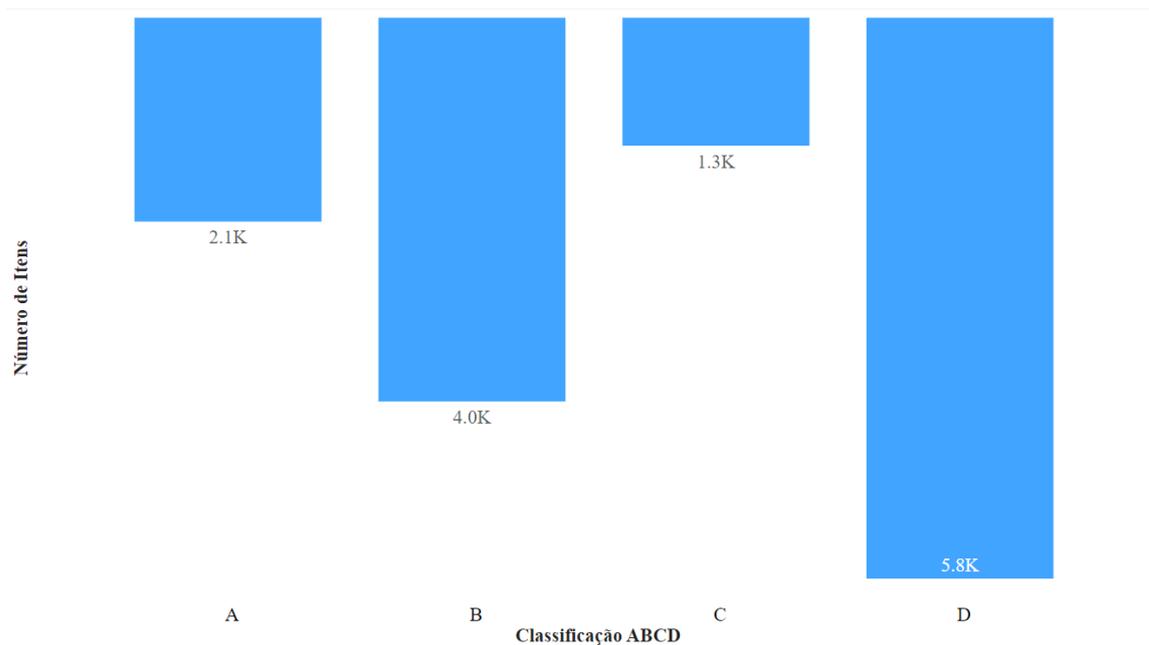


Figura 4.6 – Produtos terminados ativos por classes ABCD.

Fonte: Dados da empresa (2020).

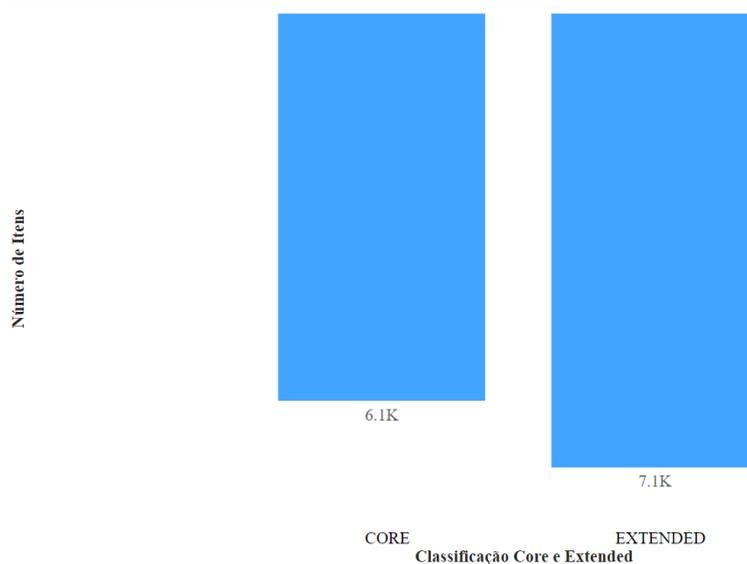


Figura 4.7 - Produtos terminados ativos por classes *Core/Extended*.

Fonte: Dados da empresa (2022).

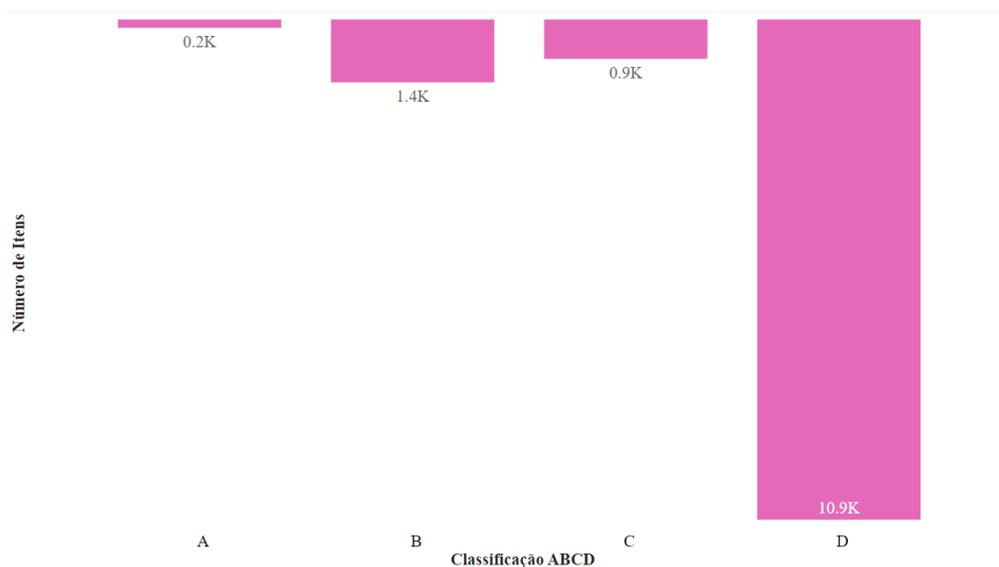


Figura 4.8 - Produtos semiacabados ativos por classes ABCD.

Fonte: Dados da empresa (2022).

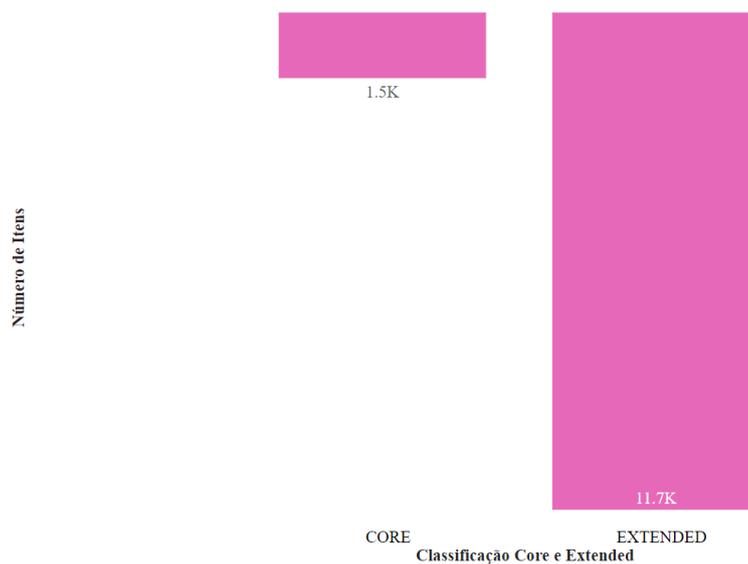
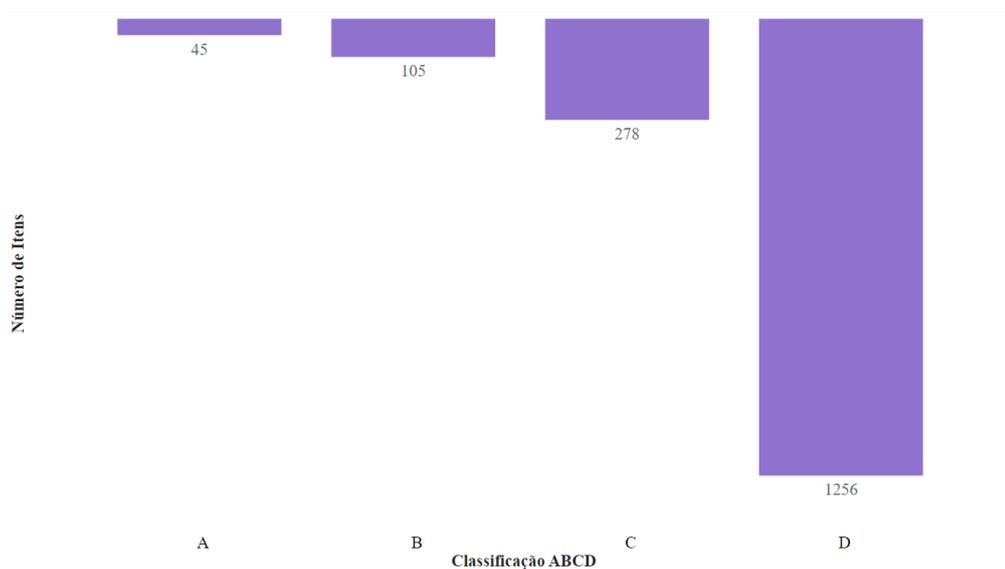


Figura 4.9 - Produtos semiacabados ativos por classes Core/Extended.

Fonte: Dados da empresa (2022).



439

Figura 4.10 – Matérias-primas ativas por classes ABCD.

Fonte: Dados da empresa (2022).

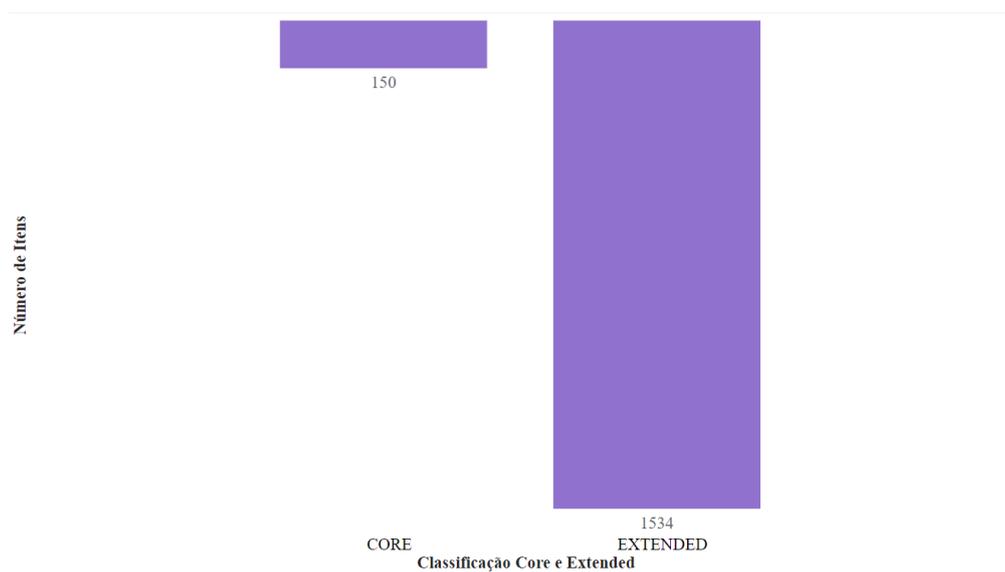
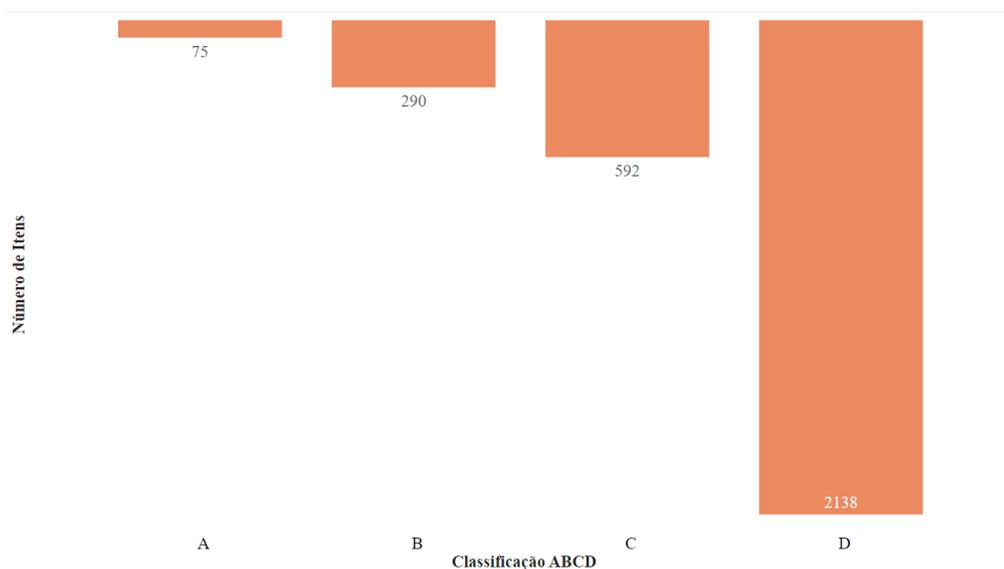


Figura 4.11 - Matérias-primas ativas por classes *Core/Extended*.

Fonte: Dados da empresa (2022).



440

Figura 4.12 - Embalagens ativas por classes ABCD.

Fonte: Dados da empresa (2022).

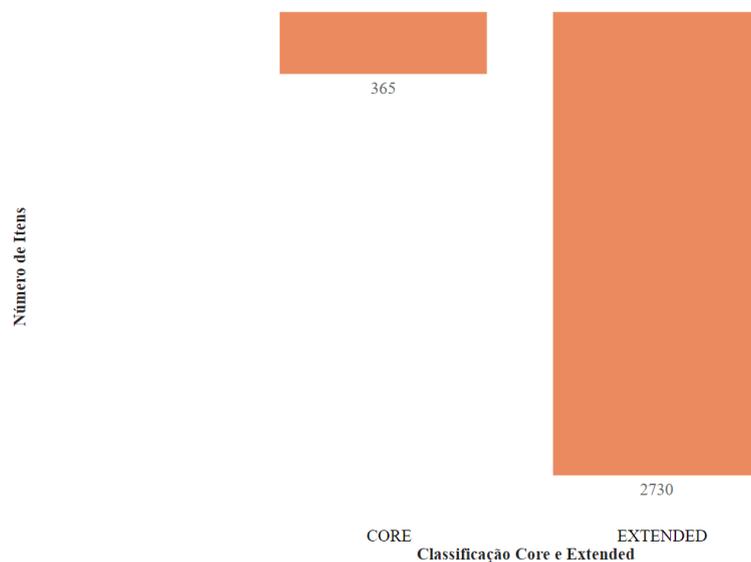


Figura 4.13 - Embalagens ativas por classes Core/Extended.

Fonte: Dados da empresa (2022).

O sistema ABC apresentado no Capítulo 2, apresenta gráficos de número de itens por valor, sendo esperado que os itens com maior representatividade em valor representem no

máximo 20% sejam agrupados na classe A, até 30% em B e 50% na C. Apesar de não apresentarmos as distribuições contendo os valores, é possível verificar pelos gráficos que as classes D possuem a maior quantidade de itens, enquanto a A possui a menor quantidade, característica do sistema ABC.

Uma última classificação de itens é feita sobre a aplicação do item, como por exemplo, materiais de escritório, itens de saúde etc. Essa classificação não será apresentada em detalhes neste trabalho, para preservar a confidencialidade de dados da companhia, que poderia ser colocada em risco com a utilização inadequada desses dados em ambiente externo à empresa.

#### 4.5 Política de Estoque Atual

Pelos dados apresentados anteriormente e documentos internos à companhia, é possível verificar que a política de estoque aplicada para a gestão de estoques de produtos, matérias-primas e embalagens, segue o sistema ABCD adaptado pela empresa. Para produtos semiacabados, matérias-primas e embalagens a distribuição segue o esperado pela teoria tradicional para curvas ABC de itens com forte ou média concentração de valor entre a importância dos itens para a companhia. Para produtos terminados, vemos uma distribuição, com fraca concentração, em que a quantidade de itens na categoria A e C são semelhantes, assim como para as B e D. Sendo que a quantidade de itens na categoria C é inferior à categoria A.

A empresa define que para itens categorias A e B (*Core*), a política de estoque adotada será a de revisão periódica, enquanto para itens de categoria C e D (*Extended*), a política de estoque é feita por mínimos e máximos

O sistema de mínimos e máximos conforme apresentado no Capítulo 2, pode ser automatizado, definindo-se pontos de pedido para realizar reabastecimentos a partir do *lead-time*, demanda prevista e o valor máximo de estoque. Esse sistema, apesar de bastante rápido e com a possibilidade de automatização necessita de um bom conhecimento da demanda e do *lead-time* para evitar o desabastecimento.

O sistema de revisão periódica representa um problema para a companhia, uma vez que é necessário revisar individualmente os níveis de estoques, demanda no período anterior e *lead-time* de cada item, entretanto com a aplicação do sistema de classificação ABC, é possível reduzir a quantidade de itens observados, além da possibilidade de acompanhar a demanda recente de pedidos para definir o pedido futuro.

442

#### 4.6 Destruição de itens

Conforme apresentado anteriormente neste capítulo e a partir de documentos internos da companhia, outra política de estoque aplicado pela companhia, trata da destruição de materiais. É estabelecido a política global, para casos em que itens sem demanda nos últimos 6 meses sejam destruídos para a liberação de espaço dos armazéns.

Essa prática não é bem vista em termos ambientais, visto que a destruição é realizado pela incineração, emitindo CO<sub>2</sub> e outros gases para a atmosfera, conhecidos por causar o efeito estufa e aumentar a acidez dos oceanos. A incineração de alguns desses materiais, envolvem à liberação de gases tóxicos e por isso devem ser feitas em ambientes controlados, com a presença de diversos filtros para que não sejam despejados na atmosfera.

Essa destruição, aumentam os desperdícios da empresa, já que esses itens passaram pela manufatura, foram mantidos em estoques durante diversos meses, por vezes sendo necessário mantê-los em ambientes climatizados, para finalmente serem incinerados. Ao longo desse processo, energia elétrica, matérias primas e recursos humanos são empregados para a produção dos itens, assim a incineração destes itens representa desperdício de todos esses recursos e aumento dos custos para a empresa, mesmo em um período de instabilidade, onde deveria ocorrer o processo oposto.

Os custos atrelados a todo esse processo passa a ser inserido nos custos de outros itens da companhia, elevando o valor pago pelo cliente, em um produto que possui o mesmo valor agregado, acontecimento indesejado segundo as metodologias *Lean* e em mercados diversas empresas concorrentes, como o que ocorre usualmente em empresas de bens de consumo.

#### 4.7 A crise e o aumento de estoques

A partir dos dados atuais apresentados, é possível notar, que as atuais ocupações dos armazéns podem ser consideradas controladas, visto que a média atual de ocupação interna são de 72%, entretanto ainda existe a necessidade de utilização de armazéns externos em algumas das plantas espalhadas pelo Brasil.

O ponto focal deste presente trabalho não dos níveis de estoques no momento atual, mas sim em períodos de crises, onde existe a possibilidade de desabastecimento e interrupção da produção de itens que podem inclusive terem sido vendidos em períodos anteriores ao de crise e precisam ser entregues no tempo combinado, sendo que em caso de não cumprimento há a possibilidade de multas, cancelamento ou substituição da marca por uma concorrente, conforme apresentado no Capítulo 2.

Ainda assim o aumento excessivo dos níveis de estoques permite o questionamento da eficiência sistema de classificação ABC utilizado pela empresa, assim como as atuais políticas de estoque, dado que não foram suficientemente eficazes de evitar a superlotação dos armazéns distribuídos pelo Brasil. Podendo ter sido causado pela não aplicação das políticas e a compra indiscriminada de matérias-primas para garantir o abastecimento das manufaturas, ou de fato a ineficiência das políticas atuais adotadas.

#### 4.8 Breve Resumo do Capítulo

Neste capítulo foram apresentados os acontecimentos históricos que desencadearam na superlotação dos estoques após o início da pandemia da COVID-19, assim como as suas consequências para a companhia. Foram ainda apresentados dados históricos e atuais de ocupação dos armazéns, número de itens por classe ABCD e número de itens por classificação *Core e Extended*.

## 5 ANÁLISE DE RESULTADOS E PROPOSTAS DE SOLUÇÃO

Neste capítulo serão analisados os dados coletados em documentos internos da companhia, apresentados no Capítulo 4, assim como propostas de soluções para o problema de pesquisa apresentado no Capítulo 1.

444

### 5.1 Evolução dos Estoques

Após o início da pandemia da COVID-19, houve um incremento de matérias primas nas plantas da companhia pelo Brasil. Entretanto, por limitações no tamanho do banco de dados, não existe histórico de inventário para períodos maiores que 2 anos, assim não é possível mensurar numericamente essa evolução dos estoques pré-pandemia em relação ao período da pandemia. Dessa forma, as análises referentes a esse período serão baseadas apenas em documentos que apontam o crescimento de matérias primas após o início da pandemia.

A partir dados apresentados no Capítulo 4.3.2, é possível apontar uma tendência de redução de estoques médio entre os períodos pandêmicos e pós-pandêmico, tendo como principal indicador para isso a redução em 14% na ocupação interna média. Essa redução em ocupações nos armazéns internos levou à redução de 32% no custo de armazenamento externo no comparativo entre os períodos.

Desde que houve a necessidade de começar a utilizar armazenamento externos em 2020, o custo de armazém externo foi tomado como principal métrica observada pela gerência, com foco em sua redução no menor tempo possível, uma vez que a utilização de armazenamentos externos representa grande custo para a operação, além de riscos nas perdas de itens por expiração ou condições inadequadas de armazenagem.

Assim, a redução de uso de armazéns externos, está diretamente ligado à redução da ocupação interna, visto que os itens produzidos idealmente devem ser mantidos dentro dos armazéns da companhia, entretanto as limitações de espaço levam a utilização de armazéns externos. Dessa forma, o foco gerencial está na redução da ocupação dos armazéns internos que consequentemente levarão a redução do armazenamento externo.

Esse objetivo foi alcançado por algumas plantas da companhia, porém em algumas delas a ocupação no armazém interno aponta 99% da capacidade, preocupando a gerência, mesmo após 6 meses do fim oficial da pandemia.

## 5.2 Classificação de Itens

445

A partir dos dados apresentados no Capítulo 4, é possível identificar que a companhia objeto de estudo, utiliza 4 classificações diferentes para itens, sendo elas:

- a) Classe do Material (Matéria-prima, semiacabado, terminado, embalagens e outros)
- b) Manufaturado/ Comprado
- c) ABCD
- d) *Core/Extended*

Itens da classe Matéria-prima, embalagens e outros representam apenas 18% da quantidade de itens da empresa, sendo que em sua grande maioria são itens comprados de companhias terceiras e em alguns casos posteriormente personalizados ou preparados para atendimento da fábrica.

Analisando em conjunto a Figura 4.4 e Figura 4.5, é possível verificar que produtos semiacabados e terminados também podem ser comprados pela companhia, acontecimento realizado quando não é economicamente viável continuar a produção de um item, por motivos diversos, mas não é viável deixar de vender o produto para não perder *marketshare* e a possível substituição de marcas pelos clientes em outros produtos que não estão diretamente atrelados à esses, mas que podem levar o cliente a recordar da marca ao pensar em um produto específico, característico da companhia. Ou seja, a descontinuação da venda de um item específico poderia levar a perda de mercado de outros itens, o que não é desejado pela companhia.

Para a classificação de itens ABCD, segundo as referências apresentadas no Capítulo 2, é esperado que a classe D tenha mais itens que a C, que terá mais itens que a B e pôr fim a classe A. Logo, segundo os dados da companhia apresentado no Capítulo 4, todas as classes de materiais seguem a distribuição esperada, com exceção de produtos acabados, em que a quantidade de itens na classe C é inferior a quantidade de itens na classe A. De forma que a

classificação atual ABCD para produtos acabados tem feito a companhia ter maior atenção em produtos que tem menor impacto no faturamento.

As classificações *Core/Extended* consolidam a classificação ABCD, onde itens A e B são agrupados como *Core*, enquanto itens C e D como *Extended*. Essa classificação apresenta para a gerência os itens de maior impacto no faturamento e que devem ter maior atenção pelas áreas de planejamento, manufatura e logística. Pelos dados apresentados anteriormente no Capítulo 4, para a classe de produtos acabados, a distribuição entre *Core* e *Extended* é bastante próxima, havendo 16% a mais de itens na classe *Extended* em relação à *Core*. Para produtos semiacabados, matéria-prima e embalagens a diferença é de pelo menos 700% de uma classe em relação a outra. De forma que se nota a necessidade de revisão da classificação ABCD para produtos acabados, visando uma melhor distribuição teórica entre as classes.

Por fim, por meio dos dados apresentados anteriormente e documentos internos da companhia, é possível identificar que as classes ABCD de matérias primas e embalagens não estão atreladas ao produto acabado que elas irão produzir ao fim do ciclo da manufatura. De forma que não é possível identificar quais são as matérias-primas e embalagens cruciais para manter os produtos acabados da classe *Core* no mercado, mesmo que em momentos de desabastecimento por eventos adversos.

### 5.3 *Lean* como proposta de solução

Ao longo do Capítulo 2 foram apresentadas diversas ferramentas que podem ser aplicadas em empresas, para resolução de problemas. Entretanto, é necessário considerar que a implementação de apenas uma delas pode ser insuficiente para controlar ou corrigir o problema existente e garantir que ele não volte a ocorrer em uma situação semelhante com o passar do tempo, assim, além das medidas de controle, serão propostas ainda para a manutenção das melhorias implementadas.

### 5.3.1 Por que *Lean*?

Conforme apresentado no Capítulo 3, as áreas de logística da companhia tiveram suas certificações obtidas no início da pandemia da COVID-19, em 2020, não tendo sido possível aplicar muitas ferramentas e conceitos de *Lean* para o controle de estoque, visto que as decisões que levaram ao aumento, foram anteriores a certificação e o ambiente caótico do aumento de produção, diminuição de demanda e falta de espaço, levou a adoção de medidas paliativas, como o aluguel de armazéns externos, para a solução dos problemas.

Atualmente, com a situação mais controlada, é possível avaliar as ferramentas disponíveis e propor soluções mais eficazes, baseadas nos dados históricos do recorte temporal. Posto que a implementação do *Lean* é recente na área e as suas ferramentas se mostram eficazes para a solução desse tipo de problema, o *Lean* desperta interesse na gerência para ouvir e debater proposta de como as suas ferramentas poderiam ter auxiliado a controlar de maneira melhor os estoques no período de crise ou instabilidade enfrentado pela empresa, assim como servir de base para acontecimentos futuros semelhantes.

### 5.3.2 Primeiros passos

Uma vez que o *Lean* já está implementado na área de logística da companhia, pode-se considerar que princípios básicos da metodologia, como o 5S, apresentadas no Capítulo 2, foram aplicadas e mantidas por meio de auditorias, mantendo o local de trabalho organizado com o mínimo de supervisão possível e de forma padronizada. Assim, os primeiro passo deve ser de revisão das ferramentas disponíveis para a resolução do problema, assim como suas vantagens e desvantagens, conforme realizado no Capítulo 2.

As ferramentas *Lean* que melhor atendem à demanda para a resolução do problema são complementares e quebram um problema grande em problemas menores de mais fácil resolução, buscando encontrar as suas causas raízes por meio de ciclos que aproximam da solução do problema. Sendo elas:

- a) DMAIC (*Define, Measure; Analyse, Improvement, Control*);

b) PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

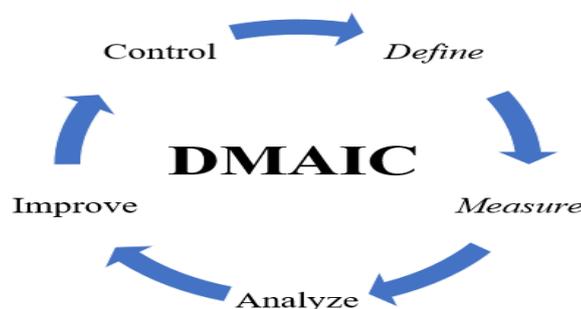
O primeiro, conforme apresentado no Capítulo 2, é indicado para a resolução de problemas em empresas de diversos portes e deve ser utilizado em projetos com indicadores mensuráveis, como o que temos, para esse recorte temático, no qual é possível avaliar a entrada e saída de estoques nos armazéns, assim como sua ocupação e demanda.

O último é uma ferramenta de melhoria contínua, portanto mais indicada para a resolução de problemas menores, inerentes a operação e não impedem o total funcionamento, apenas reduzindo a produtividade.

Assim, complementando os primeiros passos, a ferramenta escolhida para iniciar a resolução do problema de falta de espaço de estoques causado pelas políticas de estoques atuais da empresa foi o DMAIC, posto que se trata de um problema de grande ordem, que envolve toda a cadeia de *Supply Chain*.

### 5.3.3 DMAIC

Conforme apresentado no Capítulo 2, o DMAIC é um ciclo iterativo para a resolução de problemas, assim como apresentado na **Figura 5.1**. Esse ciclo será aplicado nesse capítulo, na tentativa de encontrar soluções aplicáveis na empresa para corrigir políticas de estoques adotados em períodos de crise, que podem levar a superlotação de armazéns e aumento de custos na operação.



**Figura 5.1** – Ciclo DMAIC

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 5.3.3.1 D - Define

Essa é a primeira etapa do ciclo e deve apresentar respostas detalhadas e precisas para 5 perguntas, segundo Werkema (2013), conforme apresentado no Capítulo 2. Elas serão detalhadas e respondidas a seguir, baseada em documentos internos da companhia e nas informações contidas neste trabalho.

449

#### a) Qual é o problema a ser abordado?

O problema a ser abordado nesse ciclo DMAIC, será o mesmo do problema de pesquisa deste trabalho, apresentado no Capítulo 1, ou seja, como gerir e corrigir políticas de estoque adotadas de forma preventivas para períodos de instabilidades ou crises.

#### b) Qual é a meta a ser atingida?

A meta a ser atingida com a aplicação da ferramenta é manter níveis controlados de estoque mesmo em períodos de instabilidades.

#### c) Quais são os consumidores/fornecedores afetados pelo problema?

O período de instabilidade teve como característica para a empresa objeto de estudo o aumento de estoques de matérias-primas e posteriormente, com o processamento desses, o aumento de estoques de produtos acabados, levando a utilização de armazenamentos externos para suportar a entrada de produtos em estoque e a baixa demanda pelos clientes. Assim, os custos relacionados ao aluguel dos armazéns e o processo logístico de envio e retirada de produtos dos armazéns externo afetam os preços repassados aos clientes. Portanto esse problema afeta todos os clientes da companhia.

#### d) Quais são os processos relacionados ao problema?

Esse problema afeta principalmente os processos da cadeia de suprimentos, partindo do planejamento de vendas até entrega para o cliente. Uma vez que a política de estoque adotada de forma preventiva no início da pandemia é de responsabilidade da área de planejamento.

Entretanto causou consequências na estocagem de itens, elevando o *Lead Time* de entrega para o cliente, dado que os materiais em armazéns externos necessitavam ser enviados para o armazém interno para posterior processamento e envio.

#### e) Qual é o impacto econômico?

É difícil mensurar exatamente os custos atrelados a esse problema, uma vez que a alta dos estoques levou ao aluguel de armazéns externos, sendo esse um custo mapeado e acompanhado pela gerência. Os custos de movimentação entre os armazéns (em torno de 4 carretas por dia) não foram mensurados ao longo do recorte temporal. O mesmo ocorre com os custos de destruição de materiais em *Dead*, onde é mensurado apenas o custo do item, mas não os custos pagos a empresa responsável pela destruição.

Considerando apenas os custos mensuráveis, o custo de aluguel, conforme apresentado no Capítulo 4, foi de 920 mil dólares em 2021, enquanto os custos dos itens destruídos foram de aproximadamente 200 mil reais em 2021. Portanto, pode-se assumir o impacto econômico em aproximadamente 4,8 milhões de reais.

Partindo das perguntas propostas por Werkema (2013), foi possível mapear o problema e os processos envolvidos no problema, de forma que a partir desse ponto será possível encontrar respostas que auxiliam a encontrar soluções para os problemas de estoque da companhia.

#### 5.3.3.2 M – Measure

A etapa de *Measure* é a segunda do ciclo PDCA, utilizada para refinar o problema e dividi-lo em problemas menores. Segundo Werkema (2013), é necessário responder duas perguntas focalizar o problema. Sendo elas a seguir apresentadas e respondidas, baseadas nos documentos da companhia e na fundamentação teórica presente nesse trabalho:

#### a) Que resultados devem ser medidos para a obtenção de dados úteis à focalização do problema?

Os resultados que devem ser medidos são:

- 1) Ocupação dos armazéns;
- 2) Custo de armazéns externos;
- 3) Número de pallets destruídos por mês, causados pela expiração de produtos ou pela proximidade de vencimento, impossibilitando a venda.

451

#### **b) Quais são os focos prioritários do problema?**

Assim como esperado, os focos prioritários do problema estão alinhados com os resultados que devem ser medidos ao longo do DMAIC, respondidos na pergunta A dessa mesma etapa, sendo eles:

- 1) Ajustar as políticas de estoques adotadas, de forma que sejam efetivas em períodos de instabilidade ou crises
- 2) Reduzir a ocupação dos armazéns internos da companhia;
- 3) Eliminar a utilização de armazéns externos;
- 4) Reduzir o número de pallets destruídos por mês pela companhia.

Os resultados a serem medidos e os focos, conforme esperado refinam o problema e dividem ele em problemas menores, que podem ser mais facilmente resolvidos.

#### **5.3.3.3 A – Analyze**

Nessa etapa, segundo Wermeka (2013), Carvalho e Paladini (2012), serão analisados os dados coletados na etapa anterior (*Measure*), determinando as causas fundamentais do problema associados a cada um dos focos, respondendo o porquê do problema prioritário existir.

Aqui, pode-se incluir uma nova ferramenta do *Lean*, que auxilia a encontrar a causas raízes de um problema, o 5 *Whys* (5 Por quês), onde para cada problema, faz-se 5 perguntas “por quês?”, que aproximam das efetivas causas dos problemas, a Figura 5.2 apresenta a utilização dessa ferramenta para encontrar a causa raiz do problema enfrentado pela empresa.

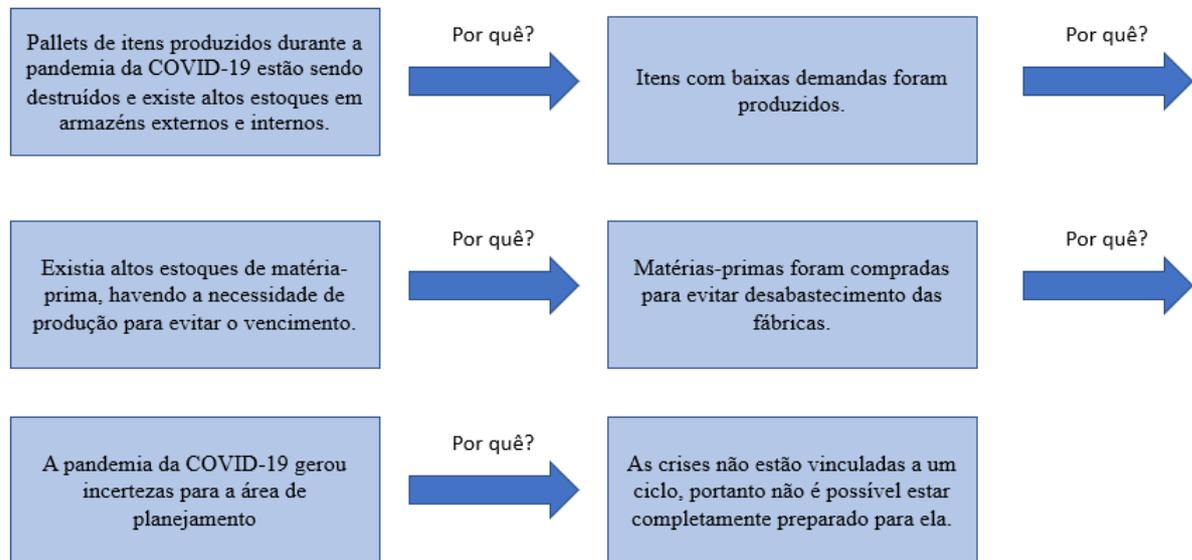


Figura 5.2 – 5 Whys para os problemas identificados.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

É possível, portanto, identificar que o despreparo para uma crise ou instabilidade levou a consequência final de destruição de materiais e superlotação dos armazéns internos da empresa, levando a utilização de armazenamentos externos. Ou seja, as políticas de estoque adotadas para os ciclos conhecidos da empresa não mostravam a mesma eficiência para um período de instabilidade, levando os planejadores a estourarem as políticas, aumentando os estoques de matéria prima, que desencadeariam o problema final.

A partir dos dados apresentados no Capítulo 4 e documentos internos da companhia, é possível identificar que as classificações ABCD adotadas pela companhia não seguem as mesmas distribuições, sendo que para produtos acabados tem-se uma distribuição que não segue a teoria. Portanto, a partir das discussões aqui presentes, pode-se propor como tentativa de solução, uma única categorização ABCD que parte desde o produto acabado até a matéria prima, em que as categorias de produtos acabados seguem o proposto teórico, conforme apresentado na Figura 5.3, enquanto as matérias-primas dependem da classe do produto acabado, ou seja, as matérias primas na classe A, não dependem exclusivamente do seu custo, mas sim da classe A do produto acabado produzido, conforme apresentado na Figura 5.4, de

forma que mesmo em períodos de instabilidades, caso seja necessário aumentar os estoques de matéria prima para evitar desabastecimento, aquelas as quais impactam a produção de produtos acabados responsáveis por 80% do faturamento da companhia (Classe A) seriam priorizados, enquanto, os outros 20%, apesar de não ser ideal, teriam a sua compra mantida como em momentos fora da crise, havendo a possibilidade de desabastecimento e interrupção da produção.

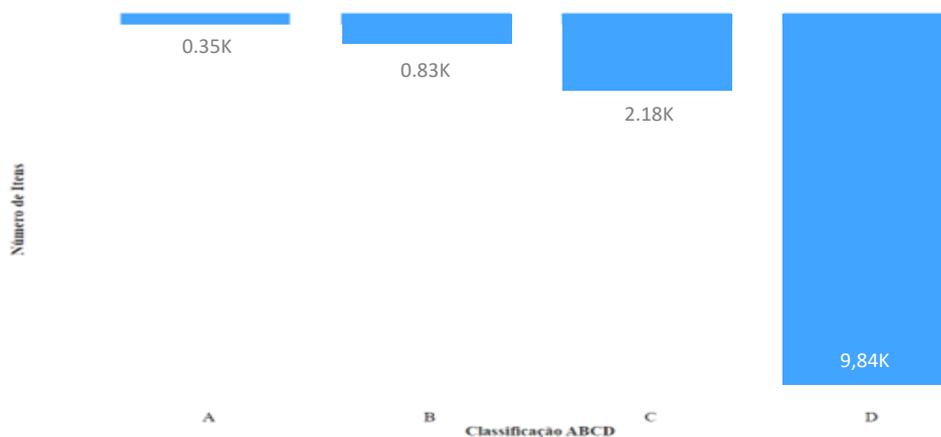


Figura 5.3 – Distribuição ideal por classificação ABCD para produtos acabados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

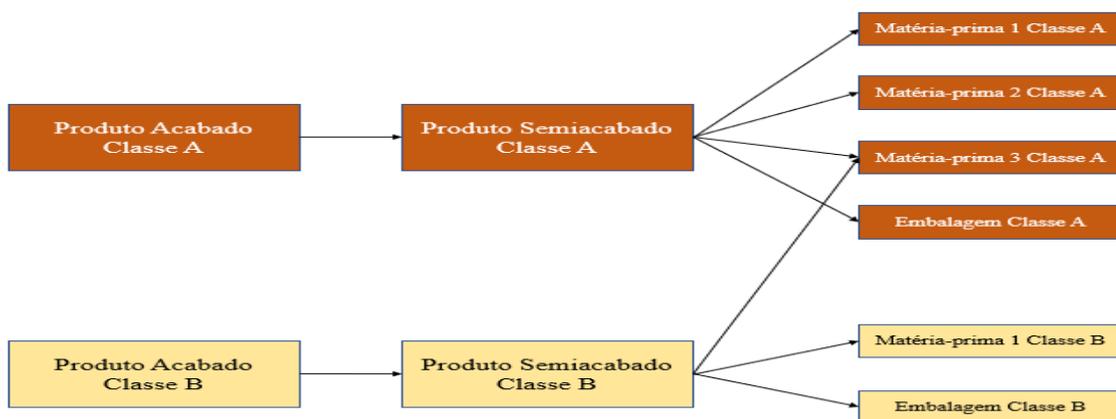


Figura 5.4 – Nova classificação ABCD baseada no produto acabado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A nova classificação ABCD proposta garante que matérias primas e embalagens de produtos acabados classe A, sejam sempre A, mesmo quando essa matéria-prima é dividida entre dois produtos acabados em classes diferentes, prevalecendo sempre a de maior classe. Desse modo, a distribuição dos produtos acabados segue a teoria apresentado no Capítulo 2, enquanto para distribuição de classes para matérias primas isso não necessariamente ocorrerá, podendo ter mais itens em classe A que em outras classes, mas de forma a garantir a produção de produtos acabados prioritários.

É esperado que essa nova classificação ABCD seja eficiente em períodos de instabilidade ou não, visto que em ambos os casos, os produtos de maior faturamento terão suas matérias primas priorizadas, evitando o desabastecimento.

#### 5.3.3.4 I & C – *Improve & Control*

Essas duas últimas etapas visam a implementação da solução encontrada em pequenas escalas, ou ainda pilotos, para validar a eficiência da solução e por último a divulgação para todos os envolvidos no processo incluindo gestores, de forma a elencar possíveis novos projetos que não tiveram suas soluções encontradas nesse primeiro ciclo do DMAIC. No caso deste presente trabalho, a aplicação da solução encontrada ainda não foi aplicada, mas abre espaços para a sua execução em testes pilotos em plantas da companhia.

A validação das soluções encontradas depende da aplicação, mesmo que em pequena escala para compreender os possíveis problemas relacionados a ela. Entretanto a proposta de solução envolve diversas áreas de *Supply Chain*, sendo necessário um maior alinhamento entre a empresa, seus fornecedores, planejadores e a operação logística, de forma que o teste piloto tomará grandes proporções, tratando-se de uma companhia multinacional de bens de consumo.

Os dados de utilização de armazém interno, externo, custos com locação de armazéns externos e número de itens destruídos são mensuráveis e podem indicar o caminho a ser seguido pela companhia, com o início dos testes pilotos.

Assim, a partir dos conceitos aqui empregados e as demais ferramentas de *Lean*, passa a ser possível corrigir as atuais situações de estoques e preparar a companhia para eventuais crises ou instabilidade futuras. Sendo que após a implementação pequenas correções podem ser

feitas utilizando PDCA ou pela realização de eventos *Kaizen* elaborados pela equipe, envolvendo gestores, planejadores, operadores e fornecedores para encontrar possíveis novas soluções tornando o processo mais acurado e preparado para adversidades, evitando novas rupturas na gestão dos estoques.

## 5.4 Breve Resumo do Capítulo

Neste capítulo foram apresentadas análises dos dados coletados no Capítulo 4, assim como a aplicação e sugestão de ferramentas *Lean* para buscar soluções para o problema de pesquisa deste trabalho.

## 6 CONCLUSÕES

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões do trabalho, considerações finais, limitações da pesquisa, assim como as propostas de trabalhos futuros a partir das observações contidas no desenvolvimento deste.

456

### 6.1 Conclusões

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi tomado como problema de pesquisa:

“Como gerir e corrigir políticas de estoque adotadas de forma preventivas para períodos de instabilidades ou crises, como forma de manter níveis controlados de estoque em uma empresa no setor de bens de consumo?”, conforme apresentado no Capítulo 1.

A partir dos dados expostos no Capítulo 4 e de suas análises no Capítulo 5, foram apresentadas as principais motivações que levaram ao problema de superlotação dos estoques da companhia. Tendo essa partido da compra excessiva de matéria prima no início da pandemia, desencadeando a produção de itens terminados sem demanda e conseqüentemente a lotação dos armazéns internos da companhia. Assim, identifica-se que a causa raiz do problema de pesquisa foi dado pela insegurança na manutenção do abastecimento dos estoques em um cenário incerto, levando ao descumprimento das políticas de estoque, que seguem a classificação ABCD individualizada para matérias primas, embalagens, produtos semiacabados e produtos acabados, ou seja as atuais políticas de estoque não possibilitaram que a área de planejamento identificasse quais matérias primas eram fundamentais para a produção dos itens de maior impacto na receita da empresa, aumentando consideravelmente o estoque de matérias primas para todos os produtos acabados.

As ferramentas de *Lean Six Sigma* apresentadas ao longo do trabalho, mostraram-se convenientes para a resolução do problema de pesquisa, visto que a companhia tem áreas certificadas e espaço para a implementação de novos projetos para a redução de custos atrelados ao aumento de estoques nesses anos de pandemia. Portanto infere-se que o objetivo geral de

aplicar conceitos de *Lean* para gerir e corrigir políticas de estoques em períodos de crise visando a redução de desperdícios, foi alcançado.

Tratando dos objetivos específicos, nem todos foram atingidos por limitações da pesquisa presente neste trabalho. Para esses objetivos, seguem as considerações:

- a) A partir da fundamentação teórica apresentada no Capítulo 2, obteve-se os fundamentos e ferramentas de *Lean Six Sigma*, gestão de estoque e manufatura enxuta, servindo como base para a exploração dos resultados e propostas de soluções;
- b) Os impactos de políticas de estoques preventivas adotadas, foram exploradas ao longo dos Capítulos 4 e 5, onde é possível identificar custo e impacto ambiental como principais problemas para a companhia estuda;
- c) De forma complementar ao objetivo anterior, foi possível ao longo deste trabalho identificar que os principais desperdícios e custos estão atrelados a destruição de materiais realizados em produtos vencidos ou sem demanda, assim como a locação de armazéns externos, havendo a necessidade de transporte diário entra os dois armazéns;
- d) Ao longo do Capítulo 2, foram apresentadas ferramentas de gestão de estoque que possibilitam a redução de volumes, sendo que não necessariamente a aplicação de apenas uma levará a esse resultado, podendo haver a necessidade de combinar mais de uma;
- e) A partir dos conceitos e ferramentas apresentados no Capítulo 2, pode-se mapear formas de reduzir os desperdícios da companhia, entretanto esses não foram aplicados na empresa;
- f) Do mesmo modo, para esse objetivo, foram propostas de intervenção na empresa para corrigir as atuais políticas de estoque, ao longo do Capítulo 5, entretanto, não foram utilizadas ferramentas preditivas para identificar períodos de crises ou instabilidades, afinal, essas são eventos adversos que usualmente não dão indícios de quando ocorrerá.

Comparando os objetivos com os resultados e propostas encontrados, conclui-se que o trabalho foi bem desenvolvido, alcançando parcialmente seus objetivos, por limitações da pesquisa, inerentes ao recorte estudado.

## 6.2 Considerações Finais

O trabalho se propôs a analisar ferramentas *Lean* que pudessem auxiliar no controle de estoque de uma companhia multinacional de bens de consumo, tendo essa enfrentado assim como muitas outras companhias do Brasil, restrições de funcionamento, aumento nos custos logísticos, indisponibilidade de matérias primas, dentre vários outros problemas, causados pela pandemia da COVID-19.

A busca por ferramentas *Lean Six Sigma* para atender a necessidade da companhia, partiu da recente aplicação de *Lean* na área logística e, portanto, maior abertura da gerência para soluções que envolvam essas ferramentas. Afinal sabe-se que em empresas multinacionais, os processos são engessados e dificilmente podem ser mudados sem que haja um evento adverso que a instabilize ou a abertura gerencial para aplicar ferramentas robustas, como as *Lean*, quem vêm sendo aplicadas em empresas a décadas.

Neste caso, a combinação dos dois acontecimentos, incentivaram ao desenvolvimento deste trabalho, que apresentou resultados satisfatórios para tratar o problema de pesquisa.

Espera-se que com a aplicação de uma única classificação ABCD que vá do produto acabado para as matérias primas e não de forma individualizada como é realizado atualmente diminua os riscos de desabastecimento em períodos de crise, principalmente para os produtos com maior impacto nas receitas da companhia. Sendo que caso necessário as demais ferramentas *Lean Six Sigma*, presentes no Capítulo 2 podem auxiliar no aprimoramento do primeiro ciclo DMAIC realizado, reduzindo os desperdícios da companhia, tornando-a mais eficiente.

## 6.3 Limitações da Pesquisa

A pesquisa presente avaliou dados de estoque, destruição de materiais e custos com alugueis referentes a apenas dois anos, 2021 e 2022. No ano de 2021 já havia um maior entendimento das limitações causadas pela pandemia da COVID-19 na companhia, assim como uma preocupação gerencial em controlar os níveis de estoque com a máxima urgência possível. Para o ano de 2022, com o avanço da vacinação, foi decretado o fim da pandemia, entretanto não é possível apontá-lo como um período de demanda conhecida e estável, afinal as forma de consumir mudaram após a pandemia, sendo necessário uma nova avaliação da empresa para estabelecer um “novo normal”.

Dessa forma, a pesquisa teve como limitações:

- a) Falta de acesso a documentos confidenciais;
- b) Limitação na idade dos dados de estoques, não sendo possível obter dados de 2020, ano de início da pandemia;
- c) Falta de tempo para aplicação das propostas de soluções apresentadas para identificar os resultados;
- d) Falta de dados históricos de outros períodos de crises ou instabilidades enfrentados pela companhia.

#### 6.4 Propostas de Trabalhos Futuros

A partir das conclusões e limitações deste trabalho, evidencia-se possibilidade de outras pesquisas. Assim, sugere-se as seguintes propostas de trabalhos futuros:

- a) Entender como a combinação de ferramentas Lean impactam na gestão de estoques e na tomada de decisão da área de planejamento;
- b) Construir ferramentas computacionais capazes de prever a próxima crise baseado em *Machine Learning*;
- c) Analisar como a destruição de produtos e materiais próximo ao vencimento ou sem demanda impactam na produtividade e eficiência da cadeia produtiva da companhia.

## Referências

ANDSON, F. As sete categorias de desperdício (MUDA). **Expresso GQ**, 2009. Disponível em: <http://expressogq.blogspot.com/2009/11/as-sete-categorias-de-desperdicio-muda.html>. Acesso em: 29 abr 2022.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616 p.

BAÑOLAS, R. G. Logística Enxuta: alguns conceitos básicos, [s. l.], 2017. Disponível em: <https://www.prolean.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Logistica-Enxuta-conceitos-basicos.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2022.

BARROS, A. Devido à pandemia, pelo menos 3 milhões de pessoas ficam sem trabalho no país. **Agência de Notícias IBGE**, 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28613-em-quatro-meses-de-pandemia-3-milhoes-de-pessoas-ficam-sem-trabalho-no-pais>. Acesso em: 25 jun 2022.

BERTERO, C. O. Planejamento empresarial numa época de incerteza. **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 67-72, 1980.

BONACCORSI, A.; CARMIGNANI, G.; ZAMMORI, F. Service Value Stream Management (SVSM): Developing Lean Thinking in the Service Industry. **Journal of Service Science and Management**, Pisa, v. 4, n. 4, 2011.

BOWERSOX, D. J. *et al.* **Supply chain logistics management**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2020. 461 p. (Tradução nossa).

BULLER, L. S. **Logística Empresarial**. 1. ed. rev. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2012. 126 p.

BUTANTAN. Imunização, uma descoberta da ciência que vem salvando vidas desde o século XVIII. **Butantan**, 2021. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias/imunizacao-uma>

descoberta-da-ciencia-que-vem-salvando-vidas-desde-o-seculo-xviii. Acesso em: 2022 jun 2022.

CAMPOS, R. *et al.* A ferramenta 5S e suas implicações na gestão da qualidade total. **Simpep - Simpósio de Engenharia de Produção**, v. 12, p. 685-692, 2005.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teorias e Casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice. E-BOOK, 2011. 540 p. Disponível em: <https://middleware-bv.am4.com.br/SSO/uecamp/9788576058366>. Acesso em: 8 mai. 2022.

CLETO, M. G.; QUINTERO, L. Gestão de projetos através do DMAIC: um estudo de caso na indústria automotiva. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 1, p. 210-239, 2011.

COUTINHO, T. Conheça o que é Gemba e saiba qual sua importância no Lean Manufacturing. **Voitto**, 2018. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-gemba>. Acesso em: 01 mai 2022.

COYLE, J. J. *et al.* **Administración de la cadena de suministro: una perspectiva logística**. 10. ed. Santa Fé: Cengage Learning Editores, 2018. 639 p. (Tradução nossa).

CUNHA, A. M.; PRATES, D. M.; BICHARA, J. S. O Efeito contágio da crise financeira global nos países emergentes. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 37, n. 1, p. 65-85, 2009. Disponível em: <https://revistas.dee.spgg.rs.gov.br/index.php/indicadores/article/view/2278>. Acesso em: 2022 mai 25.

CURVO, R. M. C. **Comparação entre as Grandes Crises Sistêmicas do Sistema Capitalista (1873, 1929 e 2008)**. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2011.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

DELOITTE. Pesquisa “Respostas à crise da Covid-19”. **Deloitte**, 2020. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/about-deloitte/articles/pesquisa-covid-19.html>. Acesso em: 12 mai 2022.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 528 p.

EFE. **Cronologia das crises financeiras mais graves desde a Grande Depressão.**, 2009. In: G1 Notícias Mundo. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Mundo/0,MUL1068130-5602,00->

CRONOLOGIA+DAS+CRISES+FINANCEIRAS+MAIS+GRAVES+DESDE+A+GRANDE+DEPRESSAO.html. Acesso em: 20 jan. 2022.

ELLIOTT, R. Covid-19: The Future of Supply Chain. **BCI Supply Chain Resilience Report**, Reading, 2020. Disponível em: <https://www.thebci.org/resource/covid19--the-future-of-supply-chain.html>. Acesso em: 26 jan. 2022. (Tradução Nossa).

FERREIRA, R. U.; MAGNO, C. O. V. Logística Enxuta: Distribuição com base Na Técnica Lean Thinking. In: World Congress on Systems Engineering and Information Technology, 1., 2013, Porto. **Anais [...]**, p. 126-130.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística empresarial: A Perspectiva brasileira**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

FORD, H. **Minha vida e minha obra**. São Paulo: Monteiro Lobato, 1925. 358 p.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOLVEIA, R. Uma atitude gemba genbutsu. **Lean Institute Brasil**, 2010. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/143/uma-atitude-gemba--genbutsu.aspx>. Acesso em: 01 mai 2022.

GONÇALVES, P. S. **Administração De Materiais**. 3. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 387 p.

GONÇALVES, P. S. **Administração de Materiais**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2020. 504 p.

HILEMAN, D. ICM Annual Crisis Report 2020. **ICM Annual Crisis Report**, Indiana, 2021. (Tradução nossa).

INSTITUTE, Project M. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 6. ed. Newton Square: Project Management Institute, 2017.

KISHIDA, M.; SILVA, A.; GUERRA, E. Benefícios da Implementação do Trabalho Padronizado na Thyssenkrupp. **Lean Institute Brasil**, 2006. Disponível em: <http://www.lean.org.br/artigos/95/beneficios-da-implementacao-do-trabalho-padronizado-na-thyssenkrupp.aspx>. Acesso em: 01 mai 2022.

LAW INNOVATION. Qual a importância do comitê de crise para as empresas em tempos de coronavírus? **Law Innovation**, 2020. Disponível em: <https://lawinnovation.com.br/qual-a-importancia-do-comite-de-crise-para-as-empresas-em-tempos-de-coronavirus/>. Acesso em: 12 mai 2022.

LEAN INSTITUTE BRASIL. Jidoka. **Lean Institute Brasil**, 2006. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/102/jidoka.aspx>. Acesso em: 22 fev. 2022.

LIKER, J. K.; HOSEUS, M. **A cultura Toyota: a alma do modelo Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 575 p.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O modelo Toyota: manual de aplicação: um guia prático para a implementação dos 4Ps da Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2007. 420 p.

LIMA, T. N.; BUSS, P. M.; SOUSA, R. P. A pandemia de COVID-19: uma crise sanitária. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 7, Jun 2020.

LOT, D. No ritmo das máquinas. **Revista eletrônica de jornalismo científico**, [s.l.], 2007. Disponível em:

<https://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=30&id=355&tipo=0>. Acesso em: 22 fev. 2022.

MASENSSINE, S. R. *et al.* Gestão de Processos de Estoque e Armazenagem Visando Redução de Custos. In: SEGet (Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia), 15., 2015, [s. l.]. **Anais Eletrônicos** [...]. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos18/502660.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2022.

MICHAELIS. **Dicionário brasileiro da língua portuguesa**, 2022. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/palavra/D93wX/just-in-time/>. Acesso em: 23 fev. 2022.

MOTTA, P. C. D. Ambiguidades metodológicas do Just-In-Time. **Organ. Soc.**, v. 4, n. 7, p. 117-131, 1996. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revistaoes/article/view/10299>. Acesso em: 23 fev. 2022.

NARCISO FILHO, P. Você sabe o que é um Processo 6 Sigma? **Harbor**, 2017. Disponível em: <https://www.harbor.com.br/harbor-blog/2017/08/17/o-que-e-um-processo-6-sigma/>. Acesso em: 07 mai 2022.

NEDER, V. Preço do Frete da Ásia para o Brasil já aumentou 5,7 vezes desde o início da pandemia. **Estadão - Economia e Negócios**, 2022. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,frete-da-asia-para-o-brasil-segue-5-7-vezes-mais-caro-do-que-antes-da-pandemia,70003981005>. Acesso em: 2022 jun 30.

NEOGRID. Tipos de estoque: quais são e qual é o ideal para seu negócio? **Neogrid Blog**, in: Neogrid, 25 mai. 2021. Disponível em: <https://neogrid.com/br/blog/tipos-de-estoque-quais-sao-e-qual-ideal-para-seu-negocio>. Acesso em: 03 abr. 2022.

NEOGRID. Cadeia de suprimentos: tudo que você precisa saber! **Neogrid Blog**, in: Neogrid, 13 jan. 2022. Disponível em: <https://neogrid.com/br/blog/cadeia-de-suprimentos-tudo-o-que-voce-precisa-saber>. Acesso em: 02 fev. 2022.

NETO, B. R. S. Gestão De Crises Requer governança e comunicação. **GV Executivo**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 44-47, nov./dez. 2015.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 400 p.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

OLIVEIRA, A. G.; SILVEIRA, D. Resistência microbiana a antibióticos: quo vadis? **Infarma**, v. 33, n. 3, p. 215-216, 2021.

PAIVA, V.; MIGUEL, P. L. S. Como lidar com fornecedores diante da pandemia. **GV Executivo**, São Paulo, v. 19, n. 5, p. 14-16, set./out. 2020.

PAOLESCHI, B. **Cadeia de suprimentos**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014. 128 p.

PAULA, L. F.; FERRARI, F. Desdobramentos da crise financeira internacional. **Revista de Economia Política**, v. 31, n. 2, p. 315-335, abril-junho 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31572011000200009>. Acesso em: 25 mai. 2022.

PEREIRA, L. C. B. A crise financeira global e depois. **Novos Estudos**, n. 86, p. 51-72, mar 2010.

PEREIRA, S. C. F.; PEREIRA, L. H. Desafio da gestão de riscos. **GV Executivo**, São Paulo, v. 16, n. 6, p. 16-20, nov./dez. 2017.

PINHEIRO, T. H.; SCHELLER, A. C.; MIGUEL, P. A. C. Integração do Seis Sigma Com o Lean Production: Uma Análise Por Meio de Múltiplos Casos. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 13, n. 4, p. 1297-1324, out./dez. 2013. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/1291/1075>. Acesso em: mai ago. 2022.

PRIBERAM. CRISE in. **Priberam Dicionário**, 2022. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/crise>. Acesso em: 12 mai 2022.

RIANI, A. M. **O lean manufacturing aplicado na Becton Dickinson**, Orientador: Carlos Frederico Corrêa Ferreira. 2006. 52 f. TCC (Graduação) - Engenharia de Produção,

Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2006. Disponível em: [https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2006\\_3\\_Aline.pdf](https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2006_3_Aline.pdf). Acesso em: 01 mai 2022.

RIBEIRO, H. O que é 5S? PDCA, [s.d.]. Disponível em: <https://www.pdca.com.br/index.php/portal-5s>. Acesso em: 25 mai. 2022.

RITCHIE, H. *et al.* Coronavirus (COVID-19) Deaths. **Our World In Data**, 2022. Disponível em: <https://ourworldindata.org/covid-deaths>. Acesso em: jun 25 2022.

RODRIGUES, L. Conheça as 5 maiores pandemias da história. **Galileu**, 2020. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Saude/noticia/2020/03/conheca-5-maiores-pandemias-da-historia.html>. Acesso em: 25 jun 2022.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Apendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2013.

RUSSO, C. P. **Armazenagem, Controle e Distribuição**. 1. ed. Curitiba: IBPEX, 2009. 248 p.

SANTOS, J. C.; SANTOS, A.; BERTO, A. R. Logística: Evolução e Perspectiva. **Revista Eletrônica Ciências Empresarias**, [S.l.], v. 2, n. 4, p. 10-23, 2009. Disponível em: <http://periodicos.unifil.br/index.php/revista-empresarial/article/view/445>. Acesso em: 22 fev. 2022.

SIGNIFICADOS. Significado de Just in Time. **Significados**, 2022. Disponível em: <https://www.significados.com.br/just-in-time/>. Acesso em: 23 fev 2022.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

TAVARES, P. R. S. **Logística Lean: Aplicando as ferramentas lean na cadeia de suprimentos para gestão e geração de valor**. 1. ed. Maringá: MAG Editora, 2017.

TOLEDO, M. Resolução de Problemas Complexos. **Lean Six Sigma Brasil**, 2019. Disponível em: <https://leansixsigmabrasil.com.br/resolucao-de-problemas-complexos/>. Acesso em: 07 mai 2022.

TOYOTA. [Site Institucional]. Disponível em: <https://www.toyota.com.br/mundo-toyota/toyota-production-system>. Acesso em: 09 fev. 2022.

TRINDADE, F. D. **A implementação de um sistema WMS em uma empresa de bebidas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) - Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto: . 2016.

WANKE, P. Aspectos Fundamentais da Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos. **Artigo online Cel Coppead**, dez. 1999. Disponível em: [https://professorricardo.tripod.com/Artigo\\_3.pdf](https://professorricardo.tripod.com/Artigo_3.pdf). Acesso em: 3 jan. 2022.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 115 p.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D. F.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 332 p.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZHOU, B. **Lean principles, practices, and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs)**. Springer Science+Business Media, Houston, 2012.

ZIMMER, L. E.; KLEIN, C. H. **Programa 10S: Orientações para Implementações**. 1. ed. Cartilha, Concórdia: Embrapa, 2007.

*Os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.*