

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
INSTITUTO DE QUÍMICA DE ARARAQUARA

Gustavo do Carmo Rodrigues de Oliveira

**Estudo de caso de aplicação de ferramentas da manufatura enxuta na cadeia produtiva
de proteínas animais**

ARARAQUARA

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
INSTITUTO DE QUÍMICA DE ARARAQUARA

Gustavo do Carmo Rodrigues de Oliveira

**Estudo de caso de aplicação de ferramentas da manufatura enxuta na cadeia produtiva
de proteínas animais**

**Trabalho de conclusão do curso de
Engenharia Química como requisito de
encerramento do curso.**

**Orientador: Prof. Dr. Gustavo Nakamura
Alves Vieira**

ARARAQUARA

2021

GUSTAVO DO CARMO RODRIGUES DE OLIVEIRA

Estudo de caso de aplicação de ferramentas da manufatura enxuta na cadeia produtiva de proteínas animais

Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Química, do Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como requisito de encerramento do curso.

Araraquara, 21 de janeiro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gustavo Nakamura Alves Vieira

Prof. Dr. Elias de Souza Monteiro Filho

Prof. Dr. Ossamu Hojo



Datas e horários baseados no fuso horário (GMT -3:00) em Brasília, Brasil
Sincronizado com o NTP.br e Observatório Nacional (ON)
Certificado de assinatura gerado em 03/02/2022 às 13:18:24 (GMT -3:00)

Folha de aprovação - Gustavo Rodrigues.pdf

 ID única do documento: #69d0141d-2f58-49a5-9229-984d615e9c1c

Hash do documento original (SHA256): d8bcdaaaff8937159378933d9e2313aa92c7bcd10a84916ceed29961073d13a

Este Log é exclusivo ao documento número #69d0141d-2f58-49a5-9229-984d615e9c1c e deve ser considerado parte do mesmo, com os efeitos prescritos nos Termos de Uso.

Assinaturas (3)

- ✓ **Gustavo Nakamura Alves Vieira (Participante)**
Assinou em 03/02/2022 às 13:19:33 (GMT -3:00)
- ✓ **Ossamu Hojo (Participante)**
Assinou em 03/02/2022 às 14:29:40 (GMT -3:00)
- ✓ **Elias de Souza Monteiro Filho (Participante)**
Assinou em 03/02/2022 às 14:34:31 (GMT -3:00)

Histórico completo

Data e hora

03/02/2022 às 13:18:24
(GMT -3:00)

03/02/2022 às 13:19:33
(GMT -3:00)

Evento

Gustavo do Carmo Rodrigues de Oliveira solicitou as assinaturas.

Gustavo Nakamura Alves Vieira (Autenticação: e-mail gustavo.vieira@unesp.br; IP: 45.6.150.48) assinou. Autenticidade deste documento poderá ser verificada em <https://verificador.contraktor.com.br>. Assinatura com validade jurídica conforme MP 2.200-2/01, Art. 10º, §2.



Data e hora

03/02/2022 às 14:29:40
(GMT -3:00)

Evento

Ossamu Hojo (Autenticação: e-mail ossamu.hojo@unesp.br; IP: 187.66.90.140) assinou. Autenticidade deste documento poderá ser verificada em <https://verificador.contraktor.com.br>. Assinatura com validade jurídica conforme MP 2.200-2/01, Art. 10o, §2.

03/02/2022 às 14:34:31
(GMT -3:00)

Elias de Souza Monteiro Filho (Autenticação: e-mail elias.monteiro@unesp.br; IP: 191.241.19.134) assinou. Autenticidade deste documento poderá ser verificada em <https://verificador.contraktor.com.br>. Assinatura com validade jurídica conforme MP 2.200-2/01, Art. 10o, §2.

03/02/2022 às 14:34:35
(GMT -3:00)

Documento assinado por todos os participantes.

RESUMO

Este trabalho faz uma revisão da evolução dos sistemas produtivos até chegar na produção enxuta (também conhecido como *lean manufacturing*), apresentando os seus principais conceitos e ferramentas que suportam a sua filosofia como: o *Just in Time*; o *Kanban*; o *Jidoka*; o *Poka-Yoke*; o *Kaizen*; e Programa 5S; e os benefícios em comparação ao sistema de produção artesanal e produção em massa. Um dos principais focos da produção enxuta é a redução de estoques. Estoque é qualquer bem físico guardado por um período de tempo e que não esteja sendo usado, e pode-se escolher mantê-lo por diferentes motivos. Existem três principais tipos de estoque: matéria-prima; produto semiacabado; e produto acabado; e muitos outros parâmetros estão envolvidos no cálculo de uma política de estoque. No final deste trabalho é apresentado um estudo de caso com o passo a passo para criar uma política e a análise dos números calculados contra os atualmente encontrados nos armazéns, métricas para monitorar a política acordada e quais as oportunidades de melhoria contínua no projeto aplicando os conceitos *lean*.

Palavras-chave: *lean manufacturing*, gestão de estoque, gestão de *supply chain*, política de estoque.

ABSTRACT

This work starts with a review of the evolution of production systems until the lean manufacturing system, presenting its main concepts and tools that support its philosophy such as: Just in Time; *Kanban*; *Jidoka*; *Poka-Yoke*; *Kaizen*; and 5S; and its benefits when compared against artisan production and mass production systems. One of the main focuses of the lean production is to reduce inventory. Inventory is any good stored for a period of time and currently not being used, and can be held for a number of reasons. There are three main types of inventories: raw material; work-in-process; finished goods; and many other parameters involved in the calculation of an inventory policy. At the end of this work, the case study is presented with the step-by-step process to create an inventory policy and the analysis of the numbers defined by the policy versus the actual numbers in the warehouses of the plants, the metrics to monitor the agreed policy and the continuous improvement opportunities found in the project applying lean concepts.

Keywords: lean manufacturing, inventory management, supply chain management, inventory policy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – O Ford Model T de 1908.	18
Figura 2.2 – A evolução dos sistemas de produção	20
Figura 2.3 – Exemplo de muda, mura e muri.	21
Figura 2.4 – Cadeia de valor	21
Figura 2.5 – A Casa de Produção Lean	22
Figura 2.6 – Etapas do fluxo do sistema Kanban	24
Figura 3.1 – Fluxo de informações na produção empurrada.	30
Figura 3.2 – Fluxo de informações na produção puxada.	31
Figura 3.3 – Fluxo de informações no JIT.	32
Figura 3.4 – Classificação ABCxyz de produtos	34
Figura 4.1 – Linha do tempo planejada	37
Figura 4.2 – Linha do tempo real	37
Figura 4.3 – Composição ABC e estoque alvo nas fábricas	43
Figura 4.4 – Composição ABC e estoque alvo nos centros de distribuição	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO LEAN MANUFACTURING	17
2.1	Revisão histórica	17
2.2	O Sistema Lean de Produção	19
2.3	Ferramentas do lean manufacturing	23
2.3.1	Just in time (JIT)	23
2.3.2	Jidoka	23
2.3.3	Kanban	24
2.3.4	Poka-Yoke	25
2.3.5	5S	25
3	GESTÃO DE ESTOQUE E APLICAÇÃO DE CONCEITOS LEAN	27
3.1	Objetivos da gestão de estoque	27
3.2	Tipos de estoque	28
3.3	Estratégias de gestão de estoque	30
3.3.1	Make to stock (MTS)	30
3.3.2	Assemble to order (ATO)	30
3.3.3	Make to order (MTO)	31
3.3.4	Segmentação de produtos	32
4	PROJETO DE ATUALIZAÇÃO DE POLÍTICA DE ESTOQUE	35
4.1	Definição de escopo e equipe do projeto	35
4.2	Linha do tempo	36
4.3	Parâmetros de estoque	37
4.4	Métricas de Estoque	40
4.5	Metodologia e premissas	41
4.6	Análise dos dados	42
4.6.1	Fábricas	42
4.6.2	Centros de distribuição (DRP)	44

4.6.3	Matéria-prima	45
4.6.4	Rendering	46
5	CONCLUSÃO	47
6	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O ser humano sempre buscou formas mais eficazes e eficientes para os sistemas produtivos, que passaram por muitas transformações do século passado para o atual, seguindo as transformações que a sociedade sofria e as suas novas demandas. A primeira Revolução Industrial teve um impacto enorme na produção artesanal, sistema de produção amplamente utilizado até então, aumentando a produção significativamente e conforme o tempo passava, mais máquinas iam surgindo para substituir a mão-de-obra humana.

No entanto, foi somente com a Segunda Revolução Industrial, no fim do século XIX, que a produção deu um salto com a criação do sistema de produção em massa, idealizado por Henry Ford, mas com grande influência das ideias de Frederick Taylor e posteriormente aprimorado por Alfred Sloan para então ser difundido pelo mundo, com a reorganização da forma de se produzir, reduzindo em muito o tempo de produção, padronizando equipamentos e com a criação das linhas de montagem foi que a economia mundial começou a disparar (FRANCIO, 2008).

Este sistema perdurou por muitas décadas como o processo produtivo mais eficiente, porém, existiam vários problemas que este sistema não resolvia e que foram sendo evidenciados por um mundo pós-Segunda Guerra Mundial, em especial o Japão: um país devastado, com diversos empecilhos que impediam que se implantasse um sistema de produção em massa que demandava altos investimentos e espaços físicos. É neste contexto que engenheiros da Toyota Motor Company desenvolveram um novo sistema de produção, o Sistema Toyota de Produção (TPS) que mais tarde se transformaria no *lean manufacturing*, que foi capaz de satisfazer as demandas do país ao focar em uma produção enxuta, com baixos estoques, que busca eliminar desperdícios, flexível para atender as diferentes demandas de um país em reconstrução e com uma cultura muito diferente, e com foco na qualidade e no cliente final. Foram 30 anos de aperfeiçoamento deste sistema, e devido a grandes crises mundiais que mudaram muito as necessidades das economias mundiais, a produção em massa já não era mais a solução mais viável.

Um dos principais objetivos do *lean manufacturing*, também conhecido como produção enxuta, é produzir somente o necessário, através da filosofia *Just in Time*, o que significa baixos estoques e uma produção puxada pela demanda do cliente, eliminando desperdícios no processo através da aplicação de várias ferramentas e conceitos.

Um estoque é, de acordo com Moreira (2008), qualquer item que não esteja em movimento, em uso e nem sendo processado naquele instante, sendo guardado por um período até que seja utilizado. Numa cadeia de suprimentos um produto pode passar por muitos locais

até que chegue na mão do cliente na sua forma acabada. Estoques podem ser mantidos por diversos motivos como: defender uma posição estratégica frente a um concorrente; garantir um alto nível de serviço a um tipo de cliente; suprir variações de demanda ou capacidade de produção; e reduzir tempo de atendimento e custo de transporte ao ficar mais próximo dos clientes. Muitos podem ser os motivos para uma empresa manter estoques, mas esse tipo de decisão também vem com algumas desvantagens, pois carregar estoques requer capital de giro, custos altos com ativos e mão-de-obra para gerenciá-los, além de potencialmente os estoques mascararem outros problemas na sua cadeia produtiva (CAXITO, 2019).

Quanto de estoque deve-se manter? A resposta para essa pergunta é o objetivo da equipe de gestão de estoque. Balancear os níveis de estoque pra que sejam adequados a estratégia da sua organização, controlando os custos e entregando o nível de serviço desejado é o desafio da equipe de gestão de estoque.

A estratégia para determinação da política de estoque, métodos de controle e a análise da retroalimentação são objeto do estudo de caso do projeto em fábricas de proteína animal na Colômbia e serão apresentados na sequência deste material.

Este trabalho está estruturado em três seções principais. A primeira tem como objetivo fazer uma revisão do curso histórico dos sistemas produtivos até o desenvolvimento do *lean manufacturing*, seguido da revisão dos principais conceitos e ferramentas que o compõe.

A seção seguinte explica o que é estoque, os tipos principais e os principais conceitos e estratégias de gestão de estoque e como ela se encaixa no planejamento do *Supply Chain*.

A penúltima seção introduz o estudo de caso de uma empresa de proteína animal sobre como realizar uma política de gestão de estoque, as etapas do projeto, equipe recomendada, parâmetros envolvidos, indicadores de desempenho, metodologia e por fim a análise dos dados comparando a situação atual das fábricas e centros de distribuição com a política calculada através da metodologia e projetos que endereçam algumas das oportunidades encontradas.

Por fim, a conclusão deste trabalho faz uma reflexão sobre a teoria dos conceitos do *lean manufacturing* na prática e quais os caminhos pra se atingir um equilíbrio entre o zero estoque e a segurança que os estoques trazem para as flutuações do mercado instável devido ao período de pandemia, além dos desafios encontrados ao longo do projeto com a crise vivida pela Colômbia na primeira metade de 2021 ao mesmo tempo que o mundo vivia uma crise sanitária também com a pandemia da Covid-19.

2 REVISÃO LEAN MANUFACTURING

2.1 Revisão histórica

O *lean manufacturing* revolucionou os processos de produção no final do século XX, mas não parou por lá: essa filosofia de gestão e suas ferramentas seguem mudando processos até hoje no planeta todo. No entanto, esse modelo não surgiu de repente e para compreendê-lo é necessário voltar um pouco no tempo e entender os modelos que o antecederam e os momentos históricos que justificaram a sua criação.

No final do século XIX, o modelo de produção artesanal era o método em vigor pós Primeira Revolução Industrial. Este modelo era caracterizado por mão-de-obra altamente qualificada que executa todas as etapas do processo – desde a manufatura até consertos –, flexibilidade na produção, falta de padronização, organizações descentralizadas, ferramentas gerais e um volume de produção baixa e altos preços (WOMACK et al., 2004). Essas características traziam várias desvantagens para o processo artesanal: somente os ricos podiam comprar os produtos; a falta de padronização levava a uma qualidade imprevisível e não havia incentivo a pesquisa e métodos científicos; as ações de melhoria não eram compartilhadas e até vistas como ameaça por algumas empresas (DENNIS, 2009). Atualmente ainda existem empresas que adotam este tipo de modelo, mas o seu uso é restrito a nichos muito pequenos relacionados a produtos de luxo como carros esportivos, móveis sob encomenda e arte.

Já no início do século XX, Frederick Winslow Taylor lança os fundamentos para a gestão dos processos produtivos com seus estudos de tempo e movimento. Indo contra o sistema artesanal, Taylor buscou otimizar a forma de fazer o trabalho através de métodos científicos para geração de melhores resultados, padronizando, reduzindo tempo de ciclo e melhorando processos continuando através de medição e análise (DENNIS, 2009).

Embalado pelas ideias de Taylor, em 1908 Henry Ford conseguiu produzir o modelo que tanto queria e que seria fácil de fabricar e fácil de consertar, o famoso Model T. Neste momento se dá início a um novo marco na história industrial, o nascimento do sistema de produção em massa. Este sistema tem como objetivo buscar a padronização por meio da linha de montagem, com estações de trabalho com peças padronizadas e mão-de-obra barata que executa atividades simples, maquinário de alto custo, pouco flexível, mas que produz altos volumes. O resultado desse modelo são preços baixos para os clientes e tempo de produção reduzido, o que era muito importante para a época, mas em contrapartida, perda de variedade e trabalho considerado monótono e repetitivo (WOMACK et al., 2004).

Figura 2.1 – O Ford Model T de 1908.

Fonte: Rodrigues, 2016.

Este sistema que revolucionou a indústria ainda passaria por mais otimizações. Em 1913, na fábrica de Highland Park, foi que Ford teve a ideia de deslocar o produto em construção, levando-o até o operador. A linha móvel reduziu o tempo de montagem e ligou processos em sequência, trazendo o produto através de esteiras a estações fixas de trabalho, o que trouxe ganhos substanciais diminuindo os preços unitários e aumentando a produtividade, com tempos de ciclo caindo de horas em 1908 para minutos em 1913. Apesar da grande evolução deste sistema, Ford não tinha o foco em métodos de gestão administrativa e financeira – e foi aí que Alfred Sloan, presidente da General Motors, complementou este sistema com métodos de planejamento, controle e gestão, que vinham dos princípios de administração propostos pelo francês Henri Fayol, levando-o a ser o sistema de produção dominante no ocidente até metade do século (RODRIGUES, 2016).

Por outro lado, num Japão devastado pela Segunda Guerra Mundial, surgia um novo modelo de produção. O país estava quebrado e em crise após a participação na Segunda Guerra e principalmente por conta da total destruição das cidades de Hiroshima e Nagasaki. Caos financeiro e as indústrias à beira do colapso. A empresa Toyota Motor Company assim como o resto do país estava em crise tendo produzido até 1950 apenas 2.685 automóveis desde a sua criação em 1937 enquanto a fábrica Rouge da Ford havia produzia 7.000 automóveis por dia (RODRIGUES, 2016).

No entanto, após ter estudado cada canto da fábrica Rouge numa visita na primavera de 1950, Eiji Toyoda – engenheiro japonês da Toyota – juntamente com Taiichi Ohno e Shingeo Shingo começaram a buscar um novo sistema de produção. O sistema de produção em massa não seria viável em seu país e eles acreditavam que existiam muitas oportunidades de melhoria a este sistema, principalmente devido a: mercado interno pequeno e com demanda por variedade de veículos, de caminhões a carros domésticos; economia devastada e falta de capital de giro para investir em grandes estoques, maquinário e tecnologia ocidental; competitividade com as empresas de automóveis já estabelecidas na Europa e América do Norte.

O sistema de produção em massa era soberano no ocidente e era inquestionável até a década de 70, quando a crise do petróleo de 1973 mudou totalmente a lógica do mercado global. Antes disso, a capacidade de produção das empresas era menor que a demanda global, e mudou completamente após essa crise econômica sendo a demanda muito inferior as capacidades produtivas. Quem ditava o mercado não era mais a oferta e sim a demanda. No entanto, esse período de recessão do modelo de produção em massa poderia seguir de maneira indefinida se não fossem os japoneses da Toyota Motor Company com seu modelo totalmente novo de produção, o Sistema Toyota de Produção (TPS) que mais tarde viria a se chamar *lean manufacturing* ou produção enxuta (ANTUNES, 2011).

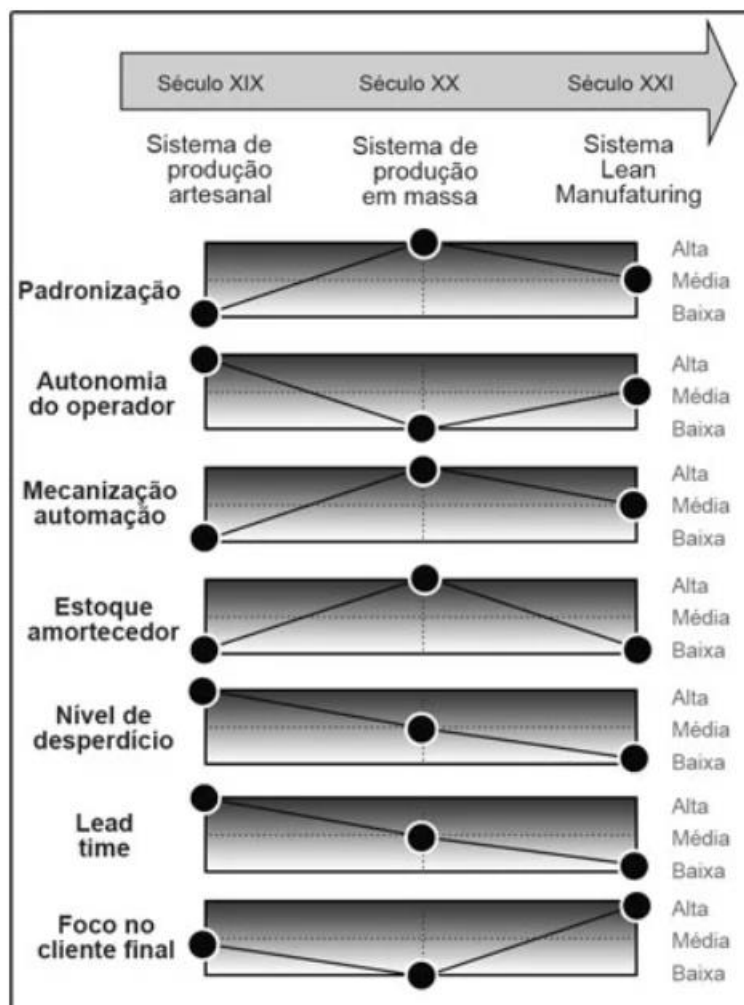
2.2 O Sistema Lean de Produção

A produção enxuta traz à tona diversos problemas da produção em massa ao expor defeitos e falhas encobertas por grandes margens de vendas. O foco do produtor enxuto é em fazer o mesmo trabalho usando o mínimo de esforço, de espaço, de ferramentas, de tempo, investimento, ao mesmo tempo que aumenta a qualidade e produz mais. Outro foco importante é na redução de estoques, pois estes representam espaço físico e capital de giro – extremamente escassos no cenário pós-guerra – parado em produtos e no aluguel ou construção de espaços. Para o produtor em massa, estando aceitável é o suficiente, enquanto que o produtor enxuto busca a perfeição. Outra diferença significativa impacta diretamente o trabalhador pois no *lean manufacturing* o trabalho, até mesmo do nível mais operacional, é muito mais estimulante pois exige que se ganhe um número maior de qualificações profissionais para que sejam aplicadas num ambiente de equipe de forma mais criativa.

No final das contas, o que norteia toda a cadeia da produção enxuta são os desperdícios, os chamados *muda* em japonês. Tudo aquilo que gasta recursos, tempo, matéria-prima e não agrega valor ao produto ou serviço é considerado desperdício. E esse valor é o ponto crítico, é o que cliente entende como valor que ele estará disposto a pagar, portanto, todos os esforços devem ser em criar valor para esse cliente.

A Figura 2.2 mostra a diferença entre os sistemas em relação aos indicadores de desempenho. É possível notar como em vários aspectos o *lean manufacturing* combina o melhor da produção artesanal e da produção em massa.

Figura 2.2 – A evolução dos sistemas de produção



Fonte: Rodrigues, 2016.

O sistema *lean* possui cinco princípios principais que quando compreendidos e aplicados de maneira correta permitem o uso completo e estável de suas ferramentas e técnicas. São eles: o valor; a cadeia de valor; o fluxo de valor; a produção puxada; e *kaizen* (busca da perfeição) (WOMACK; JONES, 2003).

Como já mencionado, valor é o ponto inicial de todo o pensamento *lean*. Segundo Womack e Jones (2003), o valor é criado pelo produtor, mas só pode ser definido pelo cliente final. Fica a cargo do produtor satisfazer as requisições de seus clientes, este é o seu propósito. E como consequência, tudo aquilo que não gera valor para o cliente, mas consome recursos é chamado de *muda*, as perdas e desperdícios ou de *mura* e *muri*, outras formas de desperdícios relacionadas a irregularidade e sobrecarga, respectivamente (RODRIGUES, 2016).

Figura 2.3 – Exemplo de *muda*, *mura* e *muri*.

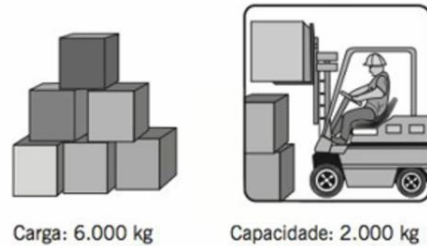
Problema: Qual é a melhor forma de mover uma carga de 6.000 kg com uma empilhadeira com capacidade para 2.000 kg?

Muda (desperdício): 6 viagens @ 1.000 kg

Mura (irregularidade): 2 viagens @ 2.000 kg
2 viagens @ 1.000 kg

Muri (difícil de fazer – sobrecarga):
2 viagens @ 3.000 kg

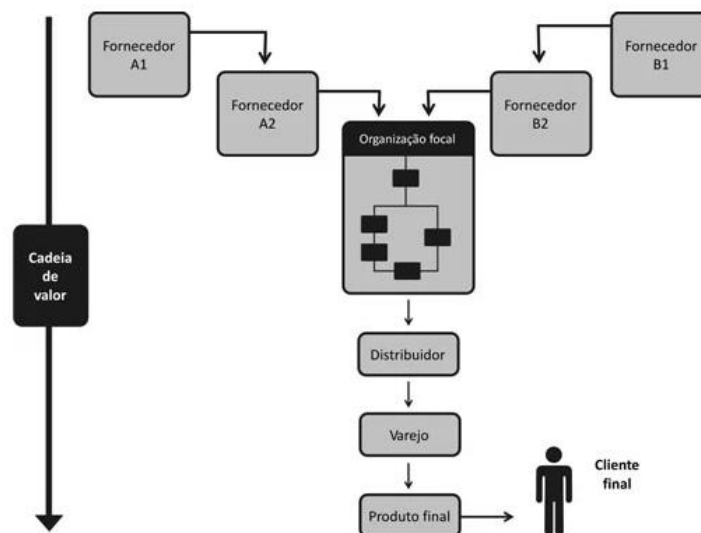
O melhor: 3 viagens @ 2.000 kg



Fonte: Dennis, 2011.

Para criação desse valor existe um processo, e esse processo é composto por várias etapas. As ações e etapas específicas que compõe esse processo são chamadas de cadeia de valor, ilustradas na Figura 2.4.

Figura 2.4 – Cadeia de valor



Fonte: Rodrigues, 2016.

A cadeia de valor pode ser vista de forma macro como o exemplo da Figura 2.4 ou de forma mais micro. Cada uma dessas etapas possui a sua própria cadeia de valor interna, com foco no seu cliente interno. O fornecedor A1 tem como cliente interno o fornecedor A2, este por sua vez tem como cliente interno a organização focal e assim por diante, enquanto a cadeia de valor macro tem como foco o cliente final.

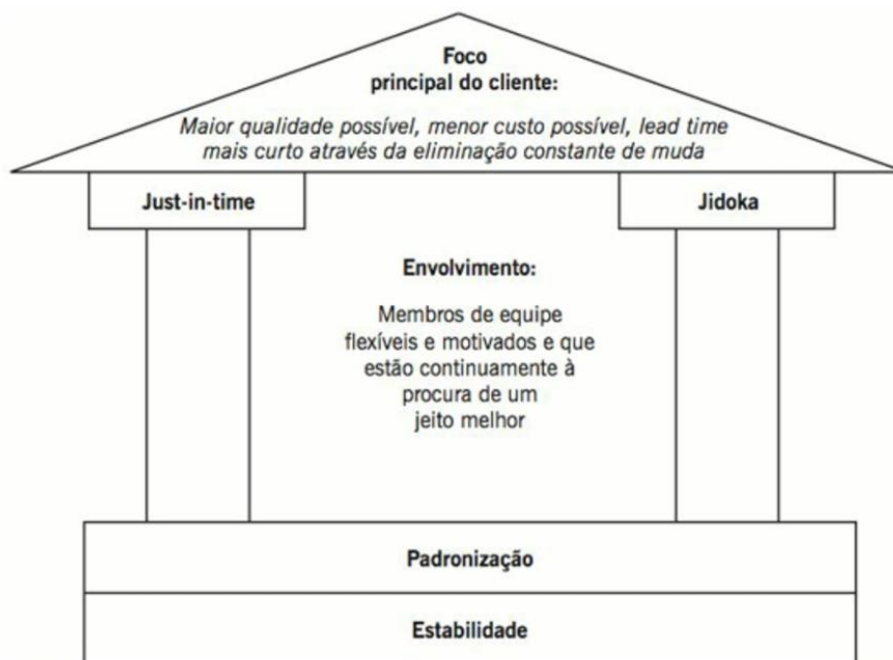
O fluxo de cadeia de valor tem o intuito de organizar as etapas, agentes, departamentos de forma contínua e fluída contribuindo sempre positivamente para a criação de valor para o cliente, eliminando barreiras entre atores deste fluxo e mapeando todo o processo para que seja possível identificar e eliminar *mudas*.

A produção puxada significa que a demanda do cliente vai engatilhar a produção, logo, o cliente puxa o produto. Isso gera fluxos contínuos e nivela a produção, além de gerar grande redução de estoque e capital de giro parado (WOMACK; JONES, 2003).

A busca por perfeição, da palavra japonesa *kaizen*, significa a melhoria contínua em todos os aspectos, dos empregados aos processos e equipamentos (KAIZEN INSTITUTE, 2021). A filosofia *kaizen* envolve todas as pessoas da organização e seu objetivo é melhorar a maneira que uma organização funciona através do estabelecimento de uma cultura com foco nos processos. A base da produção enxuta é reduzir custos e é possível atingir ganhos financeiros dessa forma, mas para que isso se torne um sistema produtivo eficiente a longo prazo é necessário orientar as pessoas a uma busca pela melhoria contínua em todos os sentidos de sua rotina. Mudar a cultura de uma empresa não é fácil e não há fórmula, no entanto, a compreensão dessa ferramenta pode ser um fator determinante para o sucesso de uma organização (ORTIZ, 2010).

A Casa de Produção *Lean* foi criada com o intuito de representar simbolicamente o jeito de pensar *lean*, os seus princípios e como eles coexistem, comparando-os com a estrutura de uma casa.

Figura 2.5 – A Casa de Produção Lean



Fonte: Dennis, 2011.

A fundação da casa é a estabilidade e a padronização, atingidos através do *Heijunka* (nivelamento da produção), *Kaizen* (melhoria contínua) e Trabalho Padronizado. Os pilares são o *Just in time* e o *Jidoka*, que são a produção na hora certa e a autonomia, respectivamente.

O telhado da casa, representando o objetivo final, é o foco no cliente e o princípio do pensamento *lean*: manter alta qualidade com o menor custo e no menor tempo evitando desperdícios em todo o processo. Por fim, o que permeia tudo isso são os trabalhadores. Tudo isso só é alcançável com o envolvimento de trabalhadores motivados e buscando sempre a melhoria contínua (DENNIS, 2011).

2.3 Ferramentas do *lean manufacturing*

O sucesso desse sistema se deve a uma soma de diferentes conceitos, ferramentas e técnicas que foram desenvolvidas derivadas do Sistema Toyota de Produção, dentre elas o 5S, 5 porquês, o *Just in Time*, Kanban, TRF (troca rápida de ferramenta), *Jidoka*, TPM (manutenção produtiva total), e algumas outras adaptações que foram complementando este sistema ao longo do tempo. Serão abordados mais profundamente os principais conceitos e metodologias do *lean manufacturing* que se aplicam a gestão de estoques.

2.3.1 Just in time (JIT)

O termo JIT vem do inglês “na hora certa” e foi concebido por Kiichiro Toyoda após uma visita a uma fábrica da Ford, inspirado a reduzir os desperdícios na linha de produção, dessa forma gerenciando melhor os estoques ao adquirir peças e produzir o produto somente na hora e quantidades certas. O objetivo da filosofia JIT é levar a organização a diminuir custos, principalmente reduzindo capital de giro parado em estoques desnecessários, eliminando os *mudas* na cadeia, reduzindo *lead time* e possibilitando ao sistema ter mais flexibilidade. Para a viabilização do JIT é necessária uma adequação e nivelamento de todo o processo para integração eficaz entre a produção e a demanda do cliente (RODRIGUES, 2016).

2.3.2 Jidoka

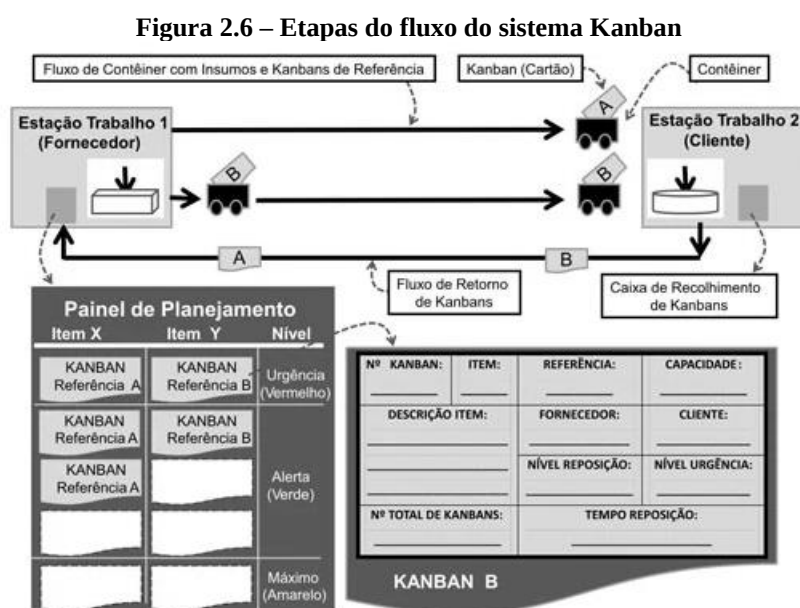
Segundo Monden (2015), a palavra *jidoka* se refere a autonomação, ou seja, a automação com um toque de inteligência humana. O *jidoka* apoia o JIT na forma de controle autônomo de defeitos, introduzindo máquinas que identificam defeitos na produção e impedem que produtos defeituosos sigam o fluxo e prejudiquem o processo, garantindo confiabilidade ao sistema.

2.3.3 Kanban

O *kanban*, termo japonês que significa “cartão/etiqueta” é um complemento da filosofia JIT. É uma ferramenta que tem como objeto controlar o fluxo de serviços e produtos na cadeia produtiva, otimizando o fluxo de informações através de um sistema de cartões que especificam a quantidade e o tipo de produto a ser produzido em cada etapa do processo, dessa forma reduzindo os lotes de produção, nivelando os estoques e mapeamento mais claro do processo evidenciando erros no processo produtivo (MONDEN, 2015). Atualmente, algumas empresas atualizaram os cartões para sistemas visuais, luminosos e outras formas de tecnologias, mas com o mesmo objetivo.

É um sistema muito utilizado pelas empresas por ser de fácil acompanhamento por parte dos gestores. O sistema funciona através de uma ordem de ações orientadas pelos cartões que autorizam a produção ou a retirada de produtos e materiais em um posto de trabalho. É a materialização do sistema puxado do TPS. Uma estação de trabalho só começa a produzir conforme um *kanban* de produção é recebido, este estipula exatamente a quantidade e tipo de produto a ser produzido. O outro tipo de *kanban* comumente utilizado é o de retirada, que estipula justamente o tipo de produto e a quantidade que a próxima etapa do processo deve retirar da etapa anterior (WERKEMA, 2021).

A Figura 2.6 representa um exemplo de sequência de ações coordenadas pelo sistema *kanban*. Este sistema é muito utilizado até hoje como complemento da filosofia JIT, como mencionado anteriormente, mas tem uma limitação quanto a variabilidade da demanda, a regularidade é um fator chave para este sistema.



Fonte: Rodrigues, 2016.

Para apoiar este sistema em processos com maior variabilidade de demanda foi criado o Planejamento de Necessidades (MRP – *Materials Requirement Planning*). Segundo Ballou (2018), o objetivo do MRP é garantir que os itens necessários para produção estejam disponíveis na hora certa na quantidade e tipos certos. O MRP tem foco no controle de toda a cadeia produtiva, utilizando dados históricos de demanda passada e futura. A utilização conjunta das duas ferramentas leva a uma otimização muito maior da cadeia ao olhar o sistema produtivo de maneira mais ampla através do MRP enquanto o *Kanban* foca nos processos item por item.

2.3.4 Poka-Yoke

O termo *poka-yoke* foi criado por Shingee Shingo e vem do termo japonês e significa “zero defeitos” e consiste num sistema de controle de qualidade para identificar falhas e defeitos no processo através de dispositivos automatizados, prevenindo que estes erros cheguem a atenção do cliente final. Qualquer mecanismo que previna que exista alguma falha ou que a sinalize imediatamente é considerado um *poka-yoke*. Um exemplo prático é o disjuntor em um quadro elétrico pois este previne que equipamentos elétricos queimem quando há uma sobrecarga elétrica ao interromper a passagem de energia neste circuito (WERKEMA, 2021).

Existem dois tipos de *poka-yoke*: os de prevenção, que impedem que uma falha aconteça (como o disjuntor); e os de detecção, que param o processo no momento em que é encontrado um erro ou advertem através de algum som, alerta ou sinal (como o alerta emitido em um carro quando a pessoa está sem cinto de segurança).

2.3.5 5S

O programa 5S é um método que tem como objetivo reduzir desperdícios escondidos através da reorganização e limpeza das estações de trabalho. É um método barato e relativamente simples de ser aplicado, envolvendo todos os membros da organização e traz diversos benefícios como: maior limpeza; otimização de espaço e equipamentos; diminuição de desperdícios; aumento de produtividade; equipes mais motivadas; mais segurança; *lead time* mais curto (WERKEMA, 2021). De acordo com Rodrigues (2015), seu conceito vem de cinco palavras japonesas, os cinco sentidos que são priorizados pelo programa que combinados representam um processo de limpeza e organização do espaço:

- **Seiri – Senso de Utilização:** identificar somente o que é supremamente necessário, eliminando o que é desnecessário.

- **Seiton – Senso de Organização:** organizar corretamente o layout dos equipamentos, móveis e ferramentas, definindo o lugar ideal de cada item de forma a otimizar o espaço físico e facilitar o seu uso.
- **Seiso – Senso de Limpeza:** manter o ambiente e equipamentos sempre limpos e criar uma rotina para manutenção e limpeza dos mesmos.
- **Seiketsu – Senso de Padronização:** manter as condições e recomendações dos três sentidos anteriores e padronizar boas práticas.
- **Shitsuke – Senso de Disciplina:** criar uma cultura de disciplina para manutenção dos 4 quatro sentidos ao longo do tempo.

É importante a manutenção do programa e incentivo por parte dos gestores para o estabelecimento de uma cultura duradoura. O programa pode ter variações na definição dos sentidos de acordo com cada empresa para adequação a realidade de cada organização.

3 GESTÃO DE ESTOQUE E APLICAÇÃO DE CONCEITOS LEAN

A área de *Supply Chain* tem como objetivo entregar valor ao cliente, seja na forma de produtos ou serviços, atendendo às suas necessidades por meio de processos integrados de planejamento, fornecimento, produção e entrega, ou seja, gerindo toda a cadeia de ponta a ponta desde o fornecedor até o cliente final. Esta área tem papel fundamental na gestão empresarial pois uma gestão eficiente e coordenada desta cadeia pode levar a ganhos relevantes, como redução de níveis de estoque, tempo de entrega, aumento de produtividade, maiores níveis de serviço, entre outros que podem ser cruciais para manter a competitividade no cenário do mercado mundial atual (CHING, 2010). Este projeto tem como objetivo focar na parte de produção da cadeia de *Supply Chain* mais especificamente na gestão de estoque.

Segundo Ching (2010), a gestão de estoques engloba os processos de planejamento do estoque, controle e retroalimentação sobre o planejamento de estoque. O planejamento determinará a política de estoque a ser seguida, com os valores de cada item que o estoque terá ao longo do tempo e em que ativo esse item deve estar, assim como a definição das datas de entrada e saída dos itens. O controle do estoque é feito no dia a dia através do registro dos dados reais. Por fim, a retroalimentação consiste na comparação dos dados reais contra os planejados com o objetivo de compreender os desvios e suas causas e, se necessário, aplicar correções a política de forma que esta seja a mais adequada a realidade possível evitando perdas ou chances de esgotamentos.

Antes do estudo de caso, serão explicados os conceitos básicos de gestão de estoque, os parâmetros que a compõe e como o *lean manufacturing* tem mudado a forma das empresas gerenciarem esta área.

3.1 Objetivos da gestão de estoque

O objetivo inicial de se guardar estoque é para servir aos clientes. O lema da cadeia de suprimentos integrada é ter o produto certo, na quantidade certa, no lugar certo e na hora certa, no entanto, existe um alto custo para se carregar altos níveis de estoque, ativos perto dos consumidores, transportes rápidos, entre outros fatores logísticos que entram no custo total de um produto (TOOMEY, 2012). É o desejo de toda empresa atender a todos os pedidos dos clientes completamente e da maneira mais rápida possível, mas na prática isso é impossível. A gestão do estoque então tem como objetivo balancear os *trade-offs* entre custos de manter estoque, reduzir a quantidade de esgotamentos de estoque e aumentar o nível de serviço.

Existem prós e contras em todas as situações. Manter altos níveis de estoque pode aumentar o nível de serviço, diminuir a chance de esgotamento de estoque e diminuir o tempo de entrega do pedido; em contrapartida, demanda altos custos de estoque com armazéns e funcionários, risco maiores de obsolescência de estoque, altos custos de manter estoque e pode estar mascarando também um processo de planejamento pouco eficiente. Por outro lado, manter baixos níveis de estoque tem como benefícios o baixo custo de manter estoque ao exigir menos espaço em armazéns, menor capital de giro investido retido em estoque, controles de estoque mais simples e eficientes mudando o foco de altos níveis de estoque para um controle mais proativo dos recursos; em contrapartida, há um risco maior de ter níveis de serviço mais baixos, esgotamento de estoque e reduzir a eficiência da produção.

Cada empresa adotará a estratégia que se adapta mais ao seu produto, aos seus clientes e aos acordos de nível de serviço estabelecidos levando-se em conta o objetivo final que é balancear da melhor forma possível os custos de estoque e produção e os níveis de serviço acordados com os clientes.

Os conceitos do *Lean Manufacturing* aplicados na gestão de estoque vieram para revolucionar a maneira de se gerenciar essas políticas. Reduzir desperdícios, garantia de qualidade e menor variabilidade nos processos se tornaram premissas básicas para uma gestão de estoque competitiva nos dias atuais. Novas estratégias de gestão dos ativos, da cadeia e da forma como atender as demandas dos clientes foram criadas e vem sendo adaptadas pelas empresas com o mesmo objetivo de reduzir custos, aumentar nível de serviço e liberar capital de giro.

A seguir serão apresentados os diferentes tipos de estoque comumente utilizados.

3.2 Tipos de estoque

Diferentes são os tipos de estoque que uma indústria pode carregar e muitas customizações podem ser feitas de acordo com o tipo de produto produzido, seja ele alimentício, farmacêutico ou automobilístico, além das condições de armazenagem que podem ser refrigeradas, secas, esterilizadas, enfim, muitas são as possibilidades e cada empresa terá a sua especificidade. Segundo Caxito (2019), estes são os três tipos de estoque principais encontrados na maioria das indústrias:

- **Matéria-prima:** esse é um estoque não processado ou em estado mínimo de processamento e consiste na base para o desenvolvimento do produto acabado. Nesta categoria também podem se encontrar embalagens, rótulos, recipientes e

caixas para embalar o produto final. Algumas empresas optam por separar esta última em uma outra categoria;

- **Produtos semi-acabado (*Work In Progress*):** são produtos em processo de se tornarem produto acabado. Aqui podem se considerar produtos em diferentes etapas do processo produtivo, produtos em revisão de qualidade, ou qualquer material que sofreu algum processo de transformação, mas ainda não está pronto para a venda;
- **Produto acabado:** estoque de produto completamente manufaturado, embalado, armazenado e pronto para distribuição.

Outros componentes do estoque que podem ser encontrados nos três tipos mencionados e que são usados como parâmetro para definição da política são:

- **Estoque de segurança:** um dos principais componentes de qualquer estoque. É usado para evitar esgotamentos causados por incertezas na demanda ou reposição;
- **Estoque cíclico:** outro dos principais componentes principais de um estoque. É usado para cobrir a demanda enquanto se aguarda reposição;
- **Estoque estratégico:** estoque mantido baseado em determinada posição para suportar uma decisão estratégica;
- **Estoque em espera do laboratório:** estoque sendo processado no laboratório;
- **Estoque bloqueado / sob revisão de qualidade:** estoque sob revisão de qualidade;
- **Estoque em retrabalho:** estoque sendo reprocessado para atender especificação;
- **Estoque em trânsito:** estoque movendo entre dois ou mais locais, normalmente separados geograficamente;
- **Estoque em risco:** estoque viável que está sob risco de se tornar obsoleto devido a validade, etc.;
- **SMOB (*Slow Moving & Obsolete*):** estoque avariado, descontinuado, expirado ou obsoleto, sem movimentação ou previsão de demanda.

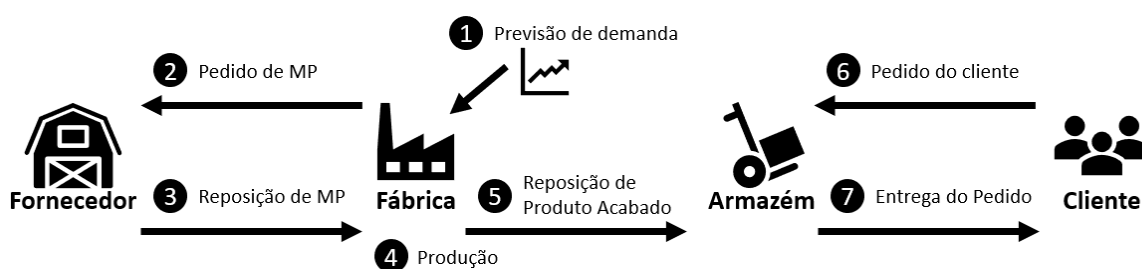
3.3 Estratégias de gestão de estoque

Existem diversas maneiras de se entregar os produtos e serviços aos clientes. Cada estratégia implicará em diferentes resultados para os clientes e para a empresa em termos de recursos, ativos, capital de giro, *lead time* (que é o tempo de recebimento de um pedido até a sua entrega). As necessidades do negócio e os seus clientes definirão a estratégia a ser adotada ou uma mistura delas.

3.3.1 Make to stock (MTS)

A primeira estratégia a ser discutida é o sistema tradicional de produção empurrada, do inglês *push*. Surgiu no início da revolução industrial com o objetivo de produzir para estocar e depois vender. Os gatilhos de produção são a previsão de demanda e dados históricos e o fluxo de material é então “empurrado” através do processo até a venda. Assim que um pedido de um cliente é feito ele é imediatamente atendido com os produtos acabados em estoque e sua reposição é feita com base na previsão e não na demanda atual, que somente será considerada quando houver possibilidade de afetar a previsão de vendas. O estoque de matéria-prima é gerado com base em dados históricos também através do MRP (Planejamento dos Recursos de Manufatura). Esta estratégia leva a *lead times* curtos, mas envolve altos custos de estoque e grande risco de obsolescência, principalmente em mercados com grande variabilidade de demanda ou muita customização requerida pelos clientes (CHING, 2010).

Figura 3.1 – Fluxo de informações na produção empurrada.



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 3.1 mostra o fluxo de informações no sistema empurrado, um fluxo em série que vai no sentido do cliente, passando pelo armazém, fábrica até o fornecedor.

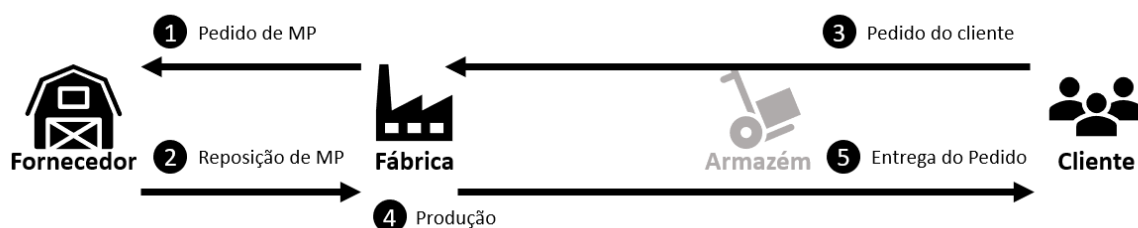
3.3.2 Assemble to order (ATO)

O sistema *assemble to order* é derivado da filosofia JIT e surgiu do Sistema Toyota de Produção. É popularmente conhecido como produção puxada, do inglês *pull* e tem como foco

o fluxo de materiais. Diferentemente do método empurrado, o que engatilha a produção é o pedido do cliente, ou seja, a demanda real e não a previsão de vendas. O objetivo desta metodologia é evitar ao máximo o estoque de produto acabado produzindo somente o necessário e quando for necessário (LEAN IT, 2021). O pedido de matéria-prima, entretanto, é feito com base na previsão de demanda.

Este sistema tem como benefícios baixos custos de estoque, pois se produz somente o que é vendido e redução de desperdícios, mas requer um processo confiável, organizado e bem definido para atender rapidamente os pedidos e qualquer falha fica muito evidente pois refletirá diretamente no nível de serviço prestado. Para isso, ferramentas como o *kanban* são utilizadas para puxar os processos e as relações com os fornecedores começam a tomar forma de parcerias de longo-prazo devido a dependência e confiança nos serviços e produtos.

Figura 3.2 – Fluxo de informações na produção puxada.



Fonte: elaborado pelo autor.

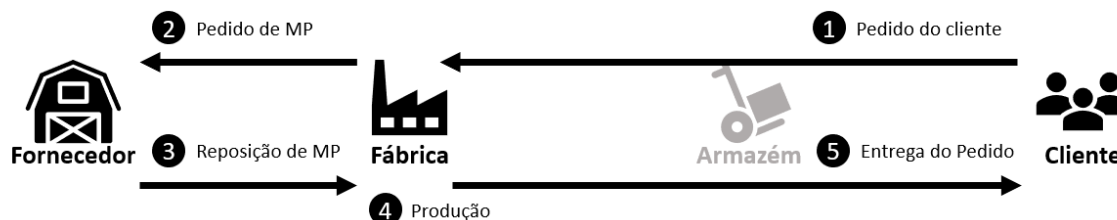
A Figura 3.2 mostra o fluxo de informações na produção puxada. Apesar do fluxo ser em série como na produção empurrada, ele é muito mais rápido devido ao nível baixo ou inexistência de estoque de produto acabado.

3.3.3 Make to order (MTO)

O sistema *make to order* é baseado na filosofia JIT, ou seja, atendendo os pedidos na hora certa e sem desperdícios. É uma estratégia baseada no sistema *lean manufacturing* derivado do *kanban* que tem como objetivo zerar os estoques, reduzir custos possibilitando uma produção eficaz e fornecimento e entrega dos produtos na hora certa, no lugar, certo, na quantidade certa utilizando o mínimo de recursos. O JIT é um sistema que tem zero tolerância a erros e sua metodologia requer alta qualidade, velocidade para atender a demanda (*lead times* curtos), confiabilidade nos processos, flexibilidade e compromisso como cliente para que este esteja seguro de que receberá seu produto no lugar e hora acordados (CHING, 2010). As movimentações neste sistema são engatilhadas pelo pedido do cliente. A diferença para o ATO

é que só após o processamento do pedido é que a produção encaminhará o pedido da matéria-prima para começar a produzir o produto.

Figura 3.3 – Fluxo de informações no JIT.



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 3.3 mostra o fluxo de informações no sistema *make to order*. É possível perceber como o fluxo é puxado pelo cliente e não mais empurrado pelo planejamento de vendas. Estoque parado é dinheiro perdido, portanto, este propõe zerar estoque e, dessa forma, elimina desperdícios e libera capital de giro para investimento em outras atividades que agreguem valor. Além disso, tira o foco e a necessidade de um planejamento de vendas extremamente preciso. Apesar dos benefícios, esta estratégia também tem seus desafios e desvantagens. É um processo que evidencia falhas e requer alto nível de confiabilidade e qualidade nos procedimentos e produtos para que o *lead time* seja o menor possível e as demandas do cliente sejam atendidas conforme o acordado. Entretanto, se os gargalos são identificados e resolvidos, a produção organizada de forma eficiente e com os menores tempos de *set up* enquanto garante alta qualidade e flexibilidade, o JIT se torna uma ótima alternativa para as crescentes mudanças no mercado e tipo de relação entre empresa e cliente, mais próxima, de longo prazo, confiável e expandindo as fronteiras trazendo o cliente cada vez mais pra dentro do dia a dia (CHING, 2010).

3.3.4 Segmentação de produtos

Juntamente com as estratégias apresentadas anteriormente, uma outra técnica antiga e muito utilizadas pelas empresas para controlar o estoque é a curva ABCxyz. Os produtos do portfólio de uma empresa não têm o mesmo volume de vendas, margem de lucros ou *share* no mercado, portanto, devem ser administrados de forma diferente (BALLOU, 2007). Isso não significa que eles devem ser retirados do portfólio, pois podem ser produtos importantes para clientes chave da empresa, no entanto, a gestão correta nos estoques e a produção podem salvar custos e liberar muito capital de giro para a empresa (CHING, 2010).

Com esse propósito, é empregada a análise da curva ABCxyz, classificando-se o estoque através de alguns critérios que auxiliam a gestão e o planejamento do mesmo, o que torna possível diminuir as perdas e excessos e saber quais são os seus produtos mais estratégicos (BIONEXO, 2021).

Essa metodologia é baseada na regra de Pareto, o princípio do 80-20, observado inicialmente pelo economista Vilfredo Pareto na Itália no século XIX, que constatava que uma grande parcela da renda total de uma população estava concentrada em apenas uma pequena porcentagem da mesma numa proporção de aproximadamente 80% a 20%, respectivamente. Logo isso foi aplicado para o mundo dos negócios e gerou a classificação ABC que diz que a maior margem de vendas de uma empresa vem de uma pequena parcela de produtos, ou seja, 20% dos produtos são responsáveis por 80% da venda total (BALLOU, 2007).

Segundo Ching (2010), o cálculo da representatividade de cada produto pode ser feito multiplicando-se o consumo anual de cada item por seu respectivo custo, listar os resultados em ordem decrescente de valor e por fim, calcular o percentual relativo de cada item em relação ao custo total do estoque. Desta forma, é possível classificar então como itens A os 20% de itens que representam 80% da margem de vendas, grupo B os próximos 30% que representam 15% da margem e por último o grupo C que são os 50% restante que representam 5% da margem total.

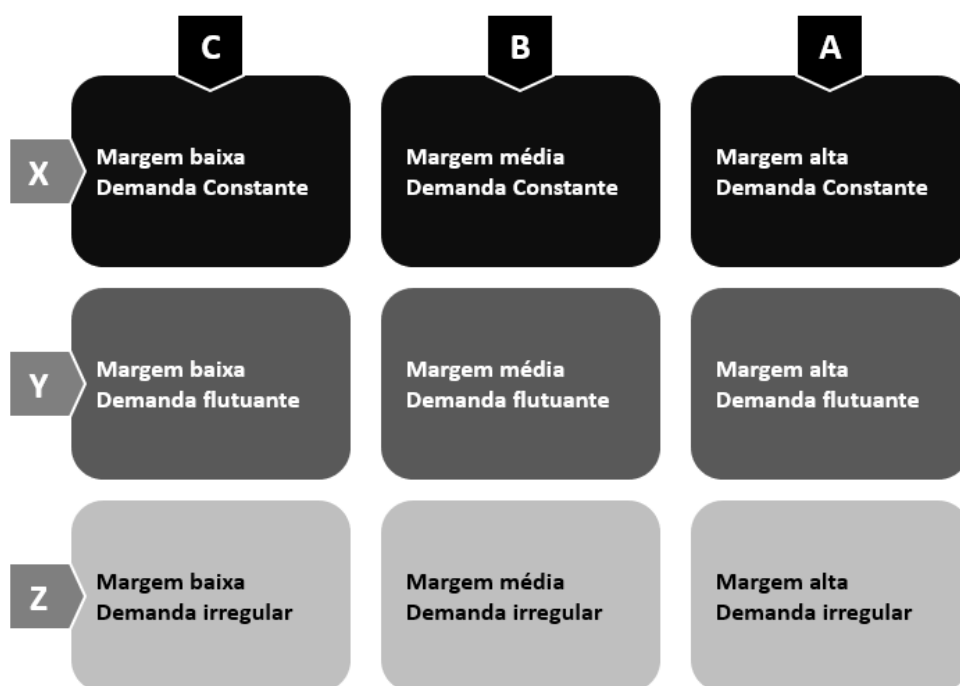
A curva ABC é uma das mais utilizadas e por si só já traz ótimas análises, mas pode ser limitadora dependendo do tipo de mercado e produtos. Para isso combina-se a curva ABC com outras análises como a XYZ, criando-se mais possibilidades de segmentação e gerando uma gestão mais assertiva.

São encontradas algumas formas de se classificar a curva XYZ na literatura e cada empresa pode e deve adaptar as análises para melhor refletir a sua realidade e de seus produtos. Para se classificar essa nova curva utilizaremos a característica de demanda e a sua variabilidade para cada SKU. Para isso são necessários os dados históricos de vendas em volume dos últimos 12 meses para cada SKU e então calcular a demanda média por dia e a variabilidade, que é calculada pelo coeficiente de variação, sendo este obtido pelo desvio padrão da demanda dividido pela média (CHRISTOPHER, 2018). Para os itens de classe X determina-se um coeficiente de variação máximo de 30% e são considerados os itens de demanda constante, logo, são mais fáceis de fazer previsão de vendas, entre 30% e 70% para os itens Y o que os classifica como uma demanda mais fluída com picos de demanda em determinados períodos tornando-os mais difícil de se fazer sua projeção de vendas, e por último os itens Z com coeficiente maior que 70%, ou seja, com uma demanda completamente irregular com meses sem venda e com

vendas esporádicas, o que torna esses itens extremamente difíceis de se fazer uma previsão de vendas.

Somando-se as duas classificações, pode-se obter uma análise mais cuidadosa dos SKUs e planejar de forma mais estratégica os seus estoques, aplicando-se inclusive diferentes estratégias para as diferentes classes de itens.

Figura 3.4 – Classificação ABCxyz de produtos



Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 3.4 exemplifica a matriz composta da combinação das análises ABC e XYZ. Através dessa segmentação é possível definir estratégias de estoque e metas específicas para cada uma das classes de produtos e focar esforços nos produtos mais rentáveis obtendo assim, uma gestão de estoque mais eficiente, reduzindo desperdícios e liberando capital de giro para investimentos que agreguem mais valor.

4 PROJETO DE ATUALIZAÇÃO DE POLÍTICA DE ESTOQUE

A política de estoque define o quanto de estoque que uma cadeia de suprimentos deve carregar baseado em parâmetros atuais do processo, níveis de serviço acordados com os clientes e decisões estratégicas do negócio. Vale ressaltar que os níveis de estoque definidos ao final de um projeto de revisão de política de estoque não são necessariamente os níveis ótimos calculados, mais ou menos dias ou quantidades de estoque podem ser escolhidos com base em acordos da gestão.

Definir uma política é fundamental para uma gestão eficiente, pois esta fornece suporte para tomada de decisões através do acompanhamento de indicadores, comparação de números reais *versus* os calculados que permitem a identificação de oportunidades pra melhorar o serviço e a eficiência do estoque, simulação de alguns cenários para avaliar o impacto nos níveis totais de estoque, alinhamento de parâmetros que guiam o estoque total e onde ele deve ser mantido. Além disso, uma política adequada pode servir como base para projetos de otimização de cadeia como expansão, fechamento ou abertura de armazéns bem como a quantidade de cada classe de produtos em cada um.

Serão apresentadas a seguir as diferentes etapas de um projeto de definição de política de estoque utilizando a aplicação dos conceitos de gestão de estoque apresentados e de ferramentas do *lean manufacturing*.

4.1 Definição de escopo e equipe do projeto

Um projeto como esse envolve muitas áreas de uma equipe de cadeia de suprimentos: desde o gestor da cadeia como um todo até os planejadores de estoque e de suprimentos que trabalham no dia a dia na fábrica. Para que haja controle e responsabilização, é necessário que todos os envolvidos no projeto estejam mapeados e cientes do seu papel.

Nesta etapa então foram definidos o patrocinador do projeto (geralmente uma pessoa de alta gerência na cadeia de suprimentos) a quem se presta contas do andamento e entregáveis, o líder do projeto (geralmente um gestor ou supervisor da cadeia de suprimentos) que tem como função gerenciar o time envolvido no projeto e o tempo das pessoas, o andamento do projeto conforme o planejado, que riscos podem existir que comprometam o projeto ou o atraso do mesmo e quais ações podem ser tomadas para antecipar ou mitigar esses riscos. Por fim, foram definidas a equipe principal e a equipe de apoio que são responsáveis pela obtenção dos dados e análises que gerarão os resultados da política.

Nesta etapa também foi definido o escopo do projeto, ou seja, quais serão os tópicos a serem abordados nesse projeto. Definiu-se separar o projeto em 4 etapas, algumas delas sendo atualizações de política com base na anterior e outras sendo a criação desde o início. As etapas foram separadas em:

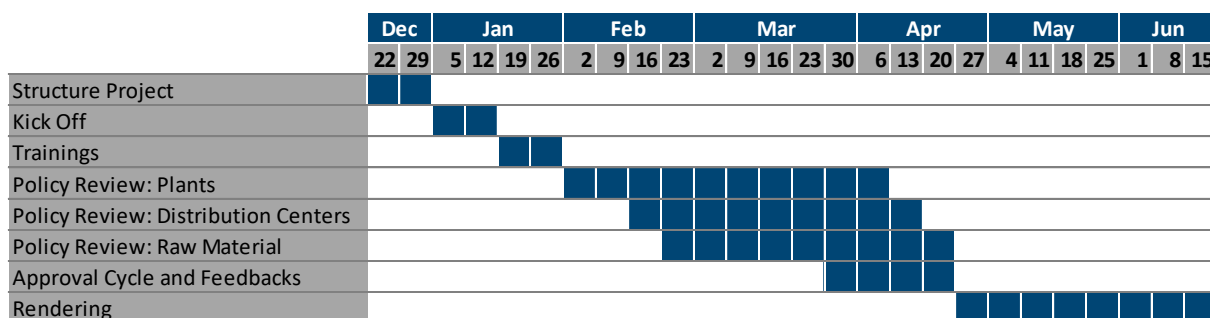
- redefinir a política de produto acabado nos armazéns dentro das fábricas;
- redefinir a política de produto acabado nos centros de distribuição espalhados pela Colômbia;
- criar política para matéria-prima;
- criar política para *rendering* (subprodutos do processo).

4.2 Linha do tempo

Após a definição do escopo e equipe do projeto, é necessário dividir as atividades em uma linha do tempo para planejar a progressão de cada etapa projeto de forma factível, possibilitando o acompanhamento dos prazos definidos. O projeto se inicia com a estruturação (2 semanas), seguido do *kick off* (2 semanas), que são reuniões de início de projeto para explicar o escopo, objetivos do projeto, benefícios, equipe e linha do tempo para todos os envolvidos, mais duas semanas para eventuais treinamentos na metodologia, *templates* que serão utilizados, conceitos de gestão de estoque, e na sequência a revisão efetiva das políticas para cada tipo definido no escopo, produto acabado nas fábricas (~2 meses), produto acabado nos centros de distribuição (2 meses) e matéria-prima (2 meses), com intervalo de início entre eles de apenas 2 semanas do primeiro pro segundo e 1 semana do segundo pro terceiro, de forma que a duração total da etapa de revisão foi de aproximadamente 3 meses. A etapa de *rendering* foi separada neste primeiro momento para acontecer depois da conclusão das anteriores, portanto, após a revisão das três primeiras políticas é realizada uma etapa de ciclo de aprovações e *feedbacks* dos resultados apresentados com duração de 1 mês. Por fim, realiza-se a revisão para *rendering* seguida de mais um ciclo de aprovações e *feedbacks*.

Para melhor visualização da linha do tempo, utiliza-se um gráfico de Gantt como pode se observar na figura a seguir.

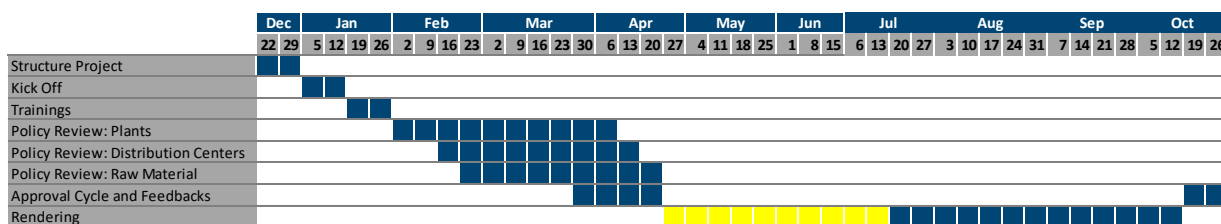
Figura 4.1 – Linha do tempo planejada



Fonte: o autor.

É importante ressaltar que a linha do tempo planejada serve como guia e indicador para o andamento do processo como um todo, entretanto, pode sofrer alterações, priorizações ou atrasos devido a diversos fatores. No primeiro semestre de 2021 a Colômbia passou por momentos de muita tensão com manifestações e muitos confrontos entre civis e policiais durante a pandemia da Covid-19 e que resultaram em bastante atrasos nos projetos que envolviam negócios deste país. Além disso, movimentações de pessoas na equipe também levaram a mais atrasos e replanejamento da linha do tempo do projeto. Por diversos motivos o plano real pode não sair como o planejado, por isso é importante revisar sempre a linha do tempo e fazer os ajustes conforme necessário. Com o reajuste por conta das manifestações, a linha do tempo efetiva pode ser vista na figura a seguir.

Figura 4.2 – Linha do tempo real



Fonte: o autor.

4.3 Parâmetros de estoque

Para definição da política são necessários alguns dados que servem de entrada para os cálculos de dias, toneladas e custo de estoque. A coleta e limpeza e definição destes dados são muitos importantes para uma política assertiva e factível.

- **Frequência de replanejamento:** É o primeiro fator do estoque cíclico. Representa o tempo em dias entre as produções para cada SKU.

- **Quantidade mínima de pedido (MOQ):** Quantidade mínima de um SKU produzida por lote.
- **Lead time de produção:** Segundo fator do estoque cíclico. É o tempo total exigido pela fábrica para se produzir um SKU específico.
- **Lead time de qualidade:** Último fator do estoque cíclico. Representa o tempo exigido pelo setor de qualidade para analisar o produto e libera-lo para o status de “aprovado”.
- **Taxa de produção:** Taxa de produção, normalmente expressa em unidades ou outras medidas por um período de tempo. Ex: ton/h.
- **Pipeline lead time:** Representa o estoque em trânsito. Tempo necessário para se transferir um produto para um armazém externo.
- **Estratégia de cumprimento:** Representa o time de estratégia adotada para cada SKU e interfere no cálculo final do estoque. Ex.: *Make to Order*, *Make to Stock*.
- **Nível de serviço:** Uma medida (normalmente expressada como uma porcentagem) de cumprimento do pedido de um cliente em quantidade e data de entrega. Quanto maior o nível de serviço estabelecido, mais estoque deve ser carregado desse produto para garantir uma entrega perfeita ao cliente.
- **Scheduling attainment:** Medida (expressa em porcentagem) que define a confiabilidade no abastecimento do produto, ou seja, quanto mais próximo de 100%, menor será a variabilidade de suprimento, garantindo a disponibilidade do produto e exigindo menores níveis de estoque.
- **Base de dados histórica:** Dados históricos relacionados a previsões de demanda anteriores, dados de demanda real e de previsões futuras (normalmente por um período de 12 meses).
- **Acuracidade de previsão (Forecast Accuracy):** É uma métrica que expressa o desvio entre a demanda real e a demanda prevista.
- **Segmentação de produtos:** Classificação do produto quanto ao volume e volatilidade (classificação ABCxyz).
- **Custo:** Unidade de medida de custo em dólares por tonelada de cada SKU produzido.
- **Fator de segurança:** Valores de segurança relacionados ao nível de serviço estabelecidos. Normalmente são usadas tabelas para conversão do nível de serviço para este fator ou calculados através de funções inversas de distribuição cumulativa normal padrão. Este fator compõe o cálculo do estoque de segurança.

- **Configuração da rede de supply:** Determina o número base de estoque da rede atual (em dias e em toneladas), sendo o resultado da soma do estoque cíclico (frequência de replanejamento + *lead time* de produção + *lead time* de qualidade) e o estoque em trânsito (*pipeline lead time*).
- **Variabilidade de demanda:** A variabilidade de demanda é um dos fatores do estoque de segurança e tem como objetivo suprir a variabilidade nas previsões de demanda. Seu cálculo é expresso em dias e leva em conta três fatores: o nível de serviço estabelecido (fator Z), o desvio padrão histórico entre a previsão de demanda passada e a demanda real e a configuração da rede de supply.

$$VD = \frac{Fator\ Z \times Desvio\ Padrão\ Histórico \times \sqrt{\frac{Config.\ de\ rede}{30\ dias}}}{Previsão\ de\ demanda\ mensal \times 30\ dias}$$

- **Variabilidade de supply:** Outro componente do estoque de segurança que tem como objetivo suprir a variabilidade nos parâmetros de produção. Seu cálculo é expresso em dias e leva em conta três fatores também: nível de serviço (fator Z), o *scheduling attainment* (SA) e a frequência de replanejamento (RF).

$$VS = Fator\ Z \times (1 - SA) \times RF$$

- **Estoque de segurança:** O estoque de segurança é a quantidade de estoque que será mantido para suprir essas incertezas no processo de planejamento e produção ou mudanças não planejadas de demanda, abastecimento de matéria-prima e problemas diversos que podem ocorrer na cadeia. Deve ser usado somente quando o estoque cíclico for consumido. O seu cálculo é expresso em dias e leva em conta a variabilidade de demanda e a variabilidade de supply:

$$ES = \sqrt{VD^2 + VS^2}$$

- **Estoque total base:** É o estoque calculado considerando-se os critérios de planejamento. Em linhas gerais, é a soma do estoque calculado da configuração de rede de supply com o estoque de segurança.
- **Estoque total não-base:** É o estoque considerando-se critérios de decisões estratégicas do negócio, estoque obsoleto (SMOB) e eventos. A finalidade de se

incluir esse estoque pode envolver a manutenção de uma posição estratégica da empresa por uma ação comercial ou informação de escassez de matéria-prima, bem como possíveis eventos que geram picos de demanda esperados e recorrentes, como a páscoa para uma empresa de chocolate que acontece todo ano na mesma data, e outros que podem não ser recorrentes, como o aumento de demanda por conta de algum desastre natural, como a pandemia da Covid-19. Por último, se inclui nesse estoque também os materiais e produtos de movimentação lenta, descontinuados e obsoletos.

- **Estoque total:** A política final é definida então como estoque mínimo, estoque máximo e estoque médio, sendo o mínimo considerando-se os parâmetros mínimos de estoque de segurança, o estoque não base e o estoque em trânsito, o estoque máximo considerando-se o estoque total base e o estoque total não-base enquanto o estoque médio é o número médio entre os dois anteriores. Estes números definem a política em dias e toneladas para cada SKU.

4.4 Métricas de Estoque

Para manter os níveis de estoque de acordo com a política estabelecida são necessários acompanhamentos dos mesmos e que fornecerão informações para os planejadores e gestores se são necessárias ações para corrigir estes níveis em caso de desvios. Os dados que suportam essa tomada de decisão são as métricas. As métricas são indicadores fundamentais em processos e podem fornecer diferentes tipos de análise e, embora existam padronizações, cada empresa pode customizar ou criar métricas para refletir a sua operação além da granularidade que essas métricas vão atingir. No planejamento de estoque existem métricas de gestão, de política e operacionais sendo elas: dias de abastecimento (DOS); estoque alvo vs atual; dias de cobertura a frente (DFC); SLOB; estoque de risco.

- Dias de abastecimento (DOS): Mede os níveis de estoque disponível baseado em consumo histórico (métrica baseada em volume). O estoque é baseado em uma média de 3 meses corridos e deve ser medida no nível de planejamento de cada equipe. A unidade é em dias e o seu cálculo é dado como:

$$DOS = \frac{\text{Média de estoque mensal}}{\text{Média de consumo diário}}$$

- Estoque alvo vs atual: Mede os desvios considerando-se o estoque atual *versus* os níveis alvo definidos na política de estoque. Indica se o estoque está de acordo, acima ou abaixo do alvo. A unidade é uma porcentagem e seu cálculo é dado como:

$$Alvo \text{ vs } atual = \frac{\text{Estoque total}}{\text{Estoque alvo}}$$

- Dias de cobertura a frente (DFC): Mede os níveis de estoque disponível baseado na previsão de demanda (métrica baseada em volume). Esta métrica deve ser medida no nível mais relevante para o negócio. Sua unidade é em dias e seu cálculo é dado como:

$$DFC = \frac{\text{Volume de estoque em mãos}}{\text{Volume médio de demanda}}$$

- SLOB: Quantidade de estoque que está sendo guardado há um tempo maior que o pré-determinado ou de produtos descontinuados. Conduzido para períodos específicos de tempo (ex.: > 3 meses, 6 meses). Seu valor é dado como uma porcentagem do valor total do estoque:

$$SLOB = \frac{\text{Qtd. estoque} > X \text{ meses}}{\text{Qtd. total de estoque}} \times 100$$

- Estoque de risco: Quantidade de estoque se aproximando da validade. Seu valor é dado como uma porcentagem do valor total do estoque:

$$\text{Estoque de risco} = \frac{\text{Qtd. estoque perto da validade}}{\text{Qtd. total de estoque}} \times 100$$

4.5 Metodologia e premissas

O projeto foi dividido em quatro etapas, como definido no escopo, e algumas premissas são adotadas para cada uma das etapas. As quatro etapas são: produto acabado nas fábricas, produto acabado nos centros de distribuição (DRP), matéria-prima e *rendering*.

A primeira premissa definida é o prazo para dados históricos de demanda. Para as fábricas e DRP foi definido um prazo de 10 meses (junho/20 a março/21), para matéria-prima o prazo de 12 semanas e para *rendering* 9 meses (outubro/20 a junho/21).

As unidades de saída da política são dadas em dias e toneladas e o custo em pesos colombianos (\$COP).

O nível de serviço adotado é de 90% para todas as etapas e o *scheduling attainment* varia nas fábricas de acordo com o produto fabricado, para frangos processados o valor vai de 60% a 70% e para embutidos a média é de 85%, já para o DRP a assertividade é de 80%, nas matérias-primas é 85% e para *rendering* 75%.

A acuracidade de previsão é de 75% nos centros de distribuição (DRP) e para matéria-prima se utiliza um desvio padrão para comparar a demanda real com a prevista.

Por fim, definiu-se para as fábricas que os produtos congelados, resfriados e para canais são produzidos sob a estratégia *make to stock* e os natalinos na *make to order*.

Definidos os principais parâmetros, os dados são inseridos numa planilha de Excel, uma para cada etapa, padronizada com as fórmulas para cálculo do estoque. As fábricas somam mais de 500 SKUs, subdivididos em cerca de 20 categorias e espalhados em 4 plantas. Para os centros de distribuição (DRP) são quase 5000 SKUs distribuídos em 21 agências. Para matéria-prima são cerca de 800 SKUs distribuídos em 5 plantas. Para *rendering* são somente 5 SKUs distribuídos em 3 plantas.

4.6 Análise dos dados

Para finalizar a política, devem-se analisar os dados, compará-los com a realidade atual das fábricas e principalmente, monitorá-los para uma gestão adequada dia a dia da “saúde” do estoque. Para isso, criou-se na planilha uma tabela com os dados de mínimo, máximo e médio dos estoques calculados e comparou-se com os dados atuais de estoque, inseridos manualmente e obtidos pela equipe de planejamento diretamente nas fábricas e centros de distribuição. A comparação desses dados gera um indicador de desempenho da política com a realidade como uma espécie de *poka-yoke* que diz se os dados atuais estão de acordo com a política ou geram alertas para números muito abaixo ou muito acima da política estabelecida.

4.6.1 Fábricas

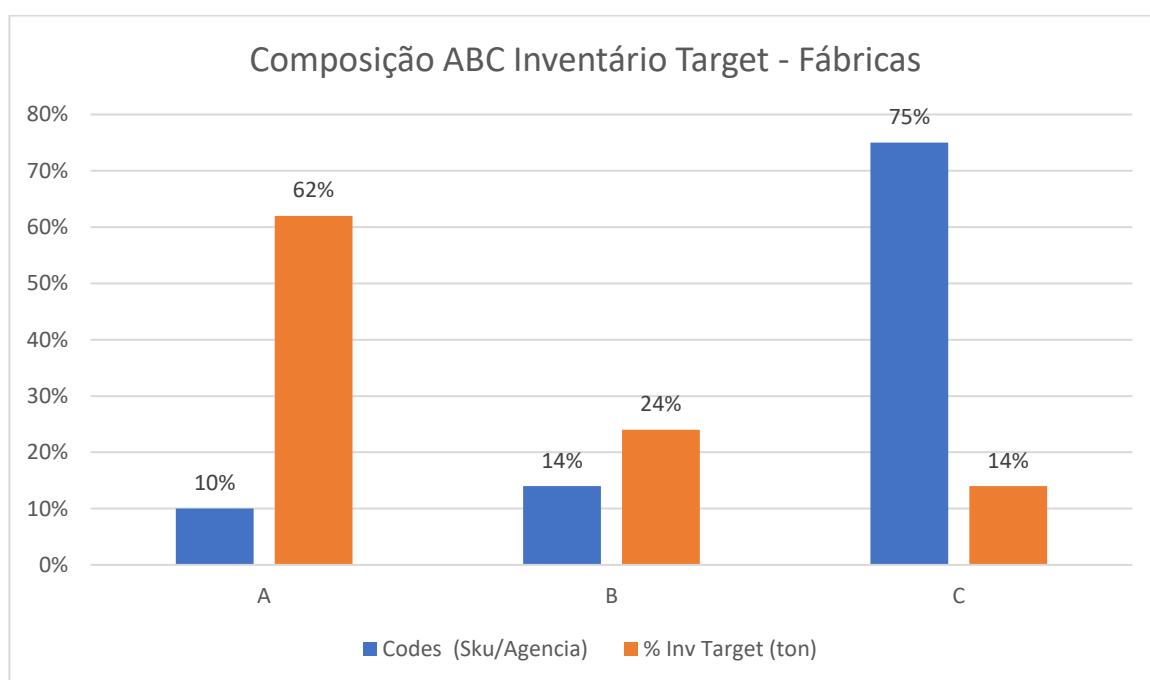
É muito difícil analisar os quinhentos SKUs e monitorá-los diariamente. Para isso, foram feitos indicadores agregados para uma visualização mais ampla destes produtos e, quando identificado algum ponto de atenção é feita uma verificação mais profunda nos SKUs fora do esperado com o auxílio de filtros nos indicadores individuais.

As agregações de indicadores para as fábricas foram: total de cortes de frango, cortes de frango em cada uma das plantas (planta de Caribe, Cali e Portachuelo), total de produtos embutidos, embutidos por planta (Portachuelo e La Nubia), total de produtos congelados, total de produtos resfriados, total geral de todos os produtos de todas as plantas somados e pela classificação ABC.

A comparação destes diferentes indicadores é importante para uma análise completa. É possível verificar que no indicador de cortes de frango total, ao comparar a política média (objetivo) com os estoques atuais, os números estão de acordo com a política, tanto em toneladas, dias e custo total. Mas quando se verifica os números de cortes de frango por planta percebe-se que há plantas com os números atuais acima da média e outras abaixo da média

comparado a política calculada. De forma semelhante nos embutidos, o total geral atual aparece ligeiramente abaixo dos números alvo da política, mas olhando para as plantas, uma está de acordo com a política e a outra está muito abaixo. Quando se olha para o total geral de produtos, os números atuais estão bem próximos do objetivo, mas esta análise deve acompanhar o aprofundamento de detalhes nos outros indicadores para identificar os gargalos e resolvê-los. Por fim, foi realizada a análise de estoque para a classe de produtos A, B e C. Os produtos de classificação A estão bem abaixo da política estabelecida, os de classe B estão de acordo com a política alvo e os de classe C estão muito acima dos números máximos da política calculada. Esta análise é importante para enxergar onde está retido o investimento de estoque e rebalanceá-lo para refletir num estoque de produtos mais estratégicos e que fornecem mais retorno para a empresa. O gráfico abaixo ilustra a composição de estoque A, B e C e a porcentagem de níveis de estoque alvo a serem mantidos por cada classe.

Figura 4.3 – Composição ABC e estoque alvo nas fábricas



Fonte: o autor.

Pode-se perceber que a porcentagem de itens não segue rigorosamente aos números propostos de 20/30/50, mas a metodologia sugere essa adaptação conforme o seu mercado. Percebe-se que o objetivo é manter níveis mais altos de estoque de produtos A devido a sua contribuição na margem e manter menores estoques dos produtos classe C.

Outra métrica importante na complementação desta análise é a “utilização de capacidade” que consiste numa porcentagem da utilização da capacidade de armazenamento do ativo (armazém por exemplo) com base na capacidade calculada através da política. Essa

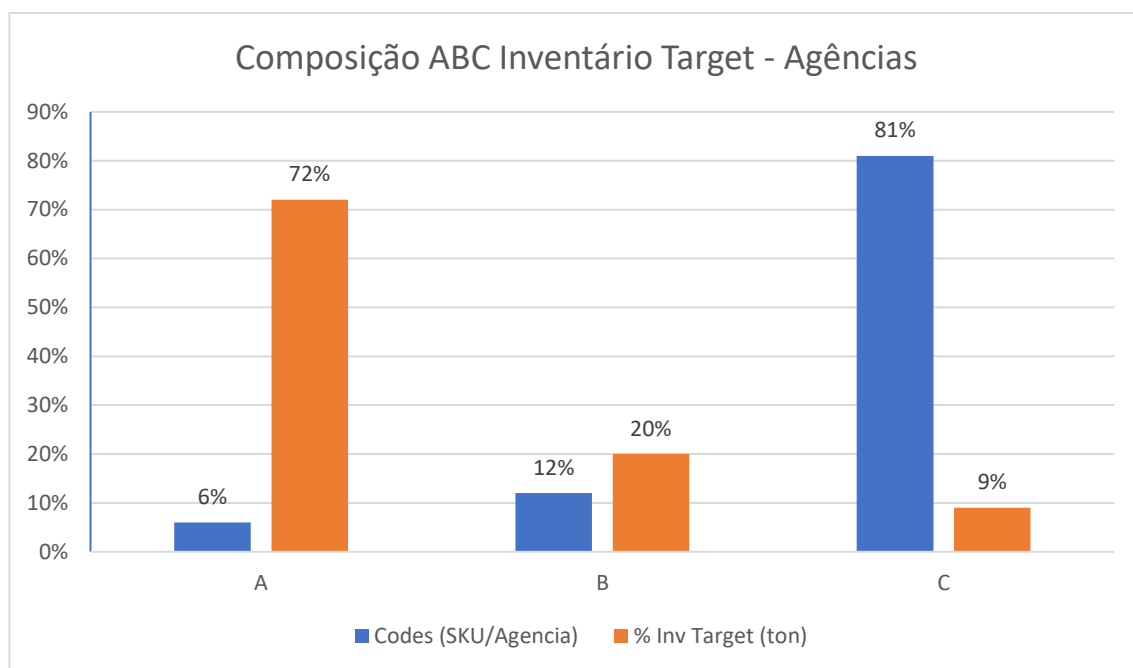
métrica é fundamental para complementação da análise uma vez que possibilita a avaliação da situação atual cenários futuros nos ativos da empresa. Através desta análise nos armazéns das fábricas percebe-se que a capacidade atual de 3 plantas está abaixo da quantidade estabelecida na política. Como oportunidades para o futuro ficam a ampliação da capacidade de armazenamento com o aluguel de armazéns externos até a implementação do projeto de expansão de capacidade para início no fim do ano de 2021, otimização no planejamento dos centros de distribuição e adoção da metodologia JIT para uma das plantas de embutidos.

Acordada a política com toda a equipe, a planilha se torna uma ótima ferramenta para acompanhar o status do estoque, sendo possível o monitoramento dos produtos por planta, por tipo, família de produtos e até mesmo por SKU e dessa forma manter sempre os níveis de estoque ideais para a satisfazer as necessidades dos clientes e manter o menor capital de giro parado possível.

4.6.2 Centros de distribuição (DRP)

Os vinte e um centros de distribuição estão espalhados pelo país todo e divididos em três zonas para facilitar as análises posteriormente: zona Ocidental, Oriental e Caribe. As agregações foram feitas em: estoque total da soma de todas as agências; estoque total de cada agência; estoque total por estado de conservação (congelado e resfriado); estoque total por classificação ABC.

Os indicadores do estoque total das agências mostram que, no geral, o estoque atual está abaixo da política mínima em dias e custo e ligeiramente acima do mínimo em toneladas. Olhando mais a fundo nas regiões, é possível perceber que, das oito agências que compõem a zona Ocidental, três estão atualmente acima da política, quatro estão abaixo e somente uma está de acordo com a política. Na zona Oriental são mais oito agências e atualmente duas estão acima, uma está ligeiramente acima, mas dentro do limite máximo de cobertura, três estão abaixo do mínimo e duas estão de acordo com a política. Das cinco agências restantes correspondentes a zona de Caribe três estão abaixo do mínimo, uma está ligeiramente acima do mínimo, mas abaixo do objetivo e uma está de acordo com a política. Olhando-se por estado de conservação, pode-se perceber que os estoques de produtos congelados no geral estão de acordo com a política, mas os refrigerados estão abaixo do mínimo. Através da classificação ABC pode-se observar que os estoques de produtos A nas agências está abaixo do mínimo, os produtos B estão ligeiramente acima do mínimo e os produtos C estão bem acima do máximo definido na política. O gráfico abaixo ilustra a composição de estoque A, B e C e a porcentagem de níveis de estoque alvo a serem mantidos por cada classe.

Figura 4.4 – Composição ABC e estoque alvo nos centros de distribuição

Fonte: o autor.

Os itens de classificação A acabam tendo um estoque alvo muito maior devido a sua relevância na margem de vendas, assegurando que não haja esgotamento de estoque, seguido pelos de classe B e por fim os de classe C, com estoques muito menores.

Através da análise de capacidade de utilização dos ativos, é possível identificar que na zona Ocidental, quatro agências estão sendo subutilizadas e duas agências foram fechadas: uma delas nesta região e seu volume foi absorvido por duas agências desta região em proporções de 80/20; e a outra agência fechada foi na zona Oriental, sendo que seu volume foi 100% absorvido por uma agência desta região. Ainda sobre a zona Oriental, duas agências estão sobrecarregadas e o restante segue com suas capacidades suficientes para a política estabelecida. Por fim, na zona Caribe há bastante oportunidade de projetos de expansão de capacidade visto que somente uma agência se encontra com capacidade suficiente, todas as outras estão sobrecarregadas.

Definidas as políticas de estoque total das plantas e centros de distribuição, basta somá-las para se obter o estoque total médio de produtos acabados.

4.6.3 Matéria-prima

As matérias-primas são organizadas por fábrica e por categoria para análise de estoque. Quando analisadas por fábrica, percebe-se que todas as quatro fábricas estão com os níveis atuais ligeiramente acima da média da política e muito disso se deve aos SLOBs, que são itens de movimentação muito lenta e obsoletos como embalagens de produtos descontinuados, fora

da validade, entre outros, e que tem um peso significativo nesta gestão de estoque. Foi encontrado que o estoque de SLOBs representa cerca de 14% dos custos totais de estoque de matéria-prima, o que representa uma alta parcela. Desconsiderando-se os SLOBs apenas uma fábrica continua um pouco acima da política, indicando que no geral, o problema do excesso de estoque se deve a estes itens. A análise por categoria é feita por bolsas, caixas, bandejas e filmes. Os estoques de bolsas se encontram atualmente abaixo da política alvo devido a uma ruptura com o fornecedor, já os filmes estão com excesso de estoque por conta de um projeto especial e as bandejas e caixas estão com excesso também, mas devido a um risco de não abastecimento por parte do fornecedor.

Quanto a parte de análise de capacidade nota-se que no geral há um excesso de estoque com base na política alvo, mas há capacidade para suportar este nível, com exceção de uma fábrica que está acima da capacidade, e fazendo-se uma comparação destes níveis sem o impacto dos SLOBs os números ficam mais próximos da política. Uma conclusão que se tira desta análise é que não há capacidade atualmente para garantir 90% de nível de serviço como definido nas premissas do projeto. A área de compras tem algumas iniciativas em andamento para melhorar os níveis de estoque de matéria-prima e aumentar o nível de serviço.

4.6.4 Rendering

Somente três subprodutos são gerados deste processo, produzidos e estocados em três fábricas e são totalmente consumidos internamente. São eles: farinha de vísceras, farinha de penas e óleo. Como são poucos produtos os indicadores são feitos a nível de SKU por planta, totalizando nove indicadores, sendo fácil de acompanhar neste nível de detalhe. Esta é a primeira vez que esta política é feita para os subprodutos, portanto, não há dados históricos para comparação. Quase todos os SKUs estão dentro da política, somente 3 estão ligeiramente acima do alvo e 1 abaixo, mas como são poucos produtos e em baixas quantidades, o seu controle é mais fácil. No final do ano de 2021 as operações da planta de Cali terão um novo cliente externo, o que necessitará uma mudança na maneira como este time gerencia estes produtos. Quanto a análise de capacidade, todas as plantas têm capacidade para atender a política estabelecida.

5 CONCLUSÃO

O contexto de escassez de recursos e demanda variada em que o *lean manufacturing* foi criado é muito diferente dos dias atuais. Mais do que isso, a cultura do seu país de origem é muito diferente como um todo. Apesar disso, o seu objetivo segue muito alinhado com o mercado mundial, especialmente no contexto atual de pandemia causada pela Covid-19. No entanto, há uma diferença clara na teoria e na aplicação prática destes conceitos e ferramentas apresentados. Os estoques, extremamente enxutos no sistema em questão, tem um propósito de garantia também, e dão segurança para os gestores de uma empresa, especialmente no cenário de incertezas em que a economia mundial se encontra, e a sua redução não é possível sem um mapeamento e aperfeiçoamento do fluxo de valor. As fábricas do estudo de caso têm uma baixa confiabilidade na produção e na acuracidade das previsões de demanda, o que de certa forma justifica os altos níveis de estoque, porque como visto, eles costumam mascarar falhas nos processos. O objetivo da gestão destas fábricas é atuar no formato *make-to-order*, que tem como base a produção puxada pela demanda do cliente, no entanto, por conta da confiabilidade baixa no processo e nos dados históricos, na prática é necessário um estoque de amortecimento para conseguir garantir o nível de serviço alto dos clientes, que deve ser o foco principal.

A otimização de uma cadeia de suprimentos não ocorre de um dia para o outro, e a atenção dada a este tipo de projeto mostra a busca por melhoria. Através da definição da situação ideal com a nova política e monitoramento da situação atual através dos indicadores estabelecidos foi possível encontrar diversas oportunidades na utilização dos ativos e nas linhas de produtos que merecem mais atenção por conta da sua alta contribuição em margem e volume, os produtos de classificação A, e consequentemente na diminuição de capital de giro investido em produtos de classe C, liberando dinheiro para investimento em outros tipos de projetos, além da identificação de quase 14% do custo de estoque total de matéria-prima em itens obsoletos. É importante salientar que, mesmo que a lógica dos cálculos diga que não se deve ter estoque de um dado produto, a gestão as vezes optará por carregar estoque desse produto por conta de ser um produto que um cliente chave da organização precisa, ou por conta de se posicionar estrategicamente frente a um concorrente por alguma informação privilegiada da equipe comercial, ou até mesmo para se resguardar em momentos de crise, como é o caso do período em que este projeto foi realizado e observado na política de matéria-prima em que mais estoque de certos itens estavam sendo carregados devido a incerteza de entrega por parte de fornecedores.

Como sugestões ao final deste projeto ficam: agregação dos resultados desta política e monitoramento dos indicadores nos ciclos do Planejamento de Negócios Integrado (IBP), que

consiste de um processo de revisões mensais com um horizonte de planejamento de 3 a 24 meses, e do S&OE, que é um processo de planejamento semanal com um horizonte de 1 a 12 semanas, dessa forma analisando desvios e direcionando o time de produção; criação de plano de treinamento para a equipe de planejamento sobre como realizar a política de estoques, a estratégia e como usar as tecnologias para suportar este processo; plano de backup do conhecimento e responsabilidades das funções chave da equipe para o caso de desligamentos ou férias; mapeio da cadeia e fluxo de valor para identificar possíveis desperdícios no processo que possam estar diminuindo a confiabilidade da produção; por fim, a atualização da política a anualmente para refletir as condições atuais da cadeia (especialmente após a crise na Colômbia advinda das manifestações e da Covid-19 que tiveram grande impacto na cadeia no ano de 2021).

6 REFERÊNCIAS

- ANTUNES, J. **Sistemas de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 327 p.
- BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: Logística empresarial. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2007. 616 p.
- BIONEXO. **Curva XYZ, PQR, 123 e ABC: Como funciona cada uma delas?** 2021. Disponível em: <<https://bionexo.com/curva-xyz/>>. Acesso em: 25 out. 2021.
- CAXITO, F. **Logística**: um enfoque prático. 3ª edição. São Paulo: Saraiva Educação, 2019. 358 p.
- CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**: Supply chain , 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2010. 238 p.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**: Um Guia para Entender o Sistema de Produção mais Poderoso do Mundo. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2008. 186 p.
- FRANCIO, Nilso. **Evolução dos sistemas de produção e as organizações modernas**. 2008. Disponível em: <<http://sinop.unemat.br/projetos/ciclodpalestrasemcsa/historico/2/03.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2021.
- KAWASE, C. **Produção Puxada**: entenda o que é e como aplicar na sua indústria. 2021. Poli Júnior. Disponível em: <https://polijunior.com.br/blog/producao-puxada-entenda-o-que-e-e-como-aplicar-na-sua-industria/?gclid=CjwKCAjw2bmLBhBREiwAZ6ugo6XrytRe1ugMmaZHnd3pPSoZVGwcCw4jDPm6CgrQlIxdf-EhcIxn1hoCyQYQAvD_BwE>. Acesso em: 22 out. 2021.
- LEAN IT. **O que é Sistema Puxado?** 2021. Disponível em: <<https://www.leanti.com.br/conceitos/14/O-que-e-Sistema-Puxado.aspx>>. Acesso em: 22 out. 2021.
- MARTIN, C. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 4ª edição. São Paulo: Cengage, 2018. 392 p.
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**: Uma abordagem integrada ao just-in-time. 4ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2015. 512 p.
- NUNES, L. **Jidoka**. Voitto, 2019. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/jidoka>>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- ORTIZ, C. A. **Kaizen e Implementação de Eventos Kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 158 p.

- RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 149 p.
- TOOMEY, J. W. **Inventory Management: Principles, Concepts and Techniques**. Norwell: Springer Science & Business Media, 2012. 228 p.
- WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma: introdução às ferramentas do lean manufacturing**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2021. 95 p.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; **Lean Thinking**. Nova Iorque: Free Press, 2003. 396 p.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2004.