

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM SISTEMAS
PRODUTIVOS

FERNANDO JOSÉ BUSSOLA

**UM *FRAMEWORK* PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE
PRODUÇÃO – STP EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO.**

São Paulo
Maio/2019

FERNANDO JOSÉ BUSSOLA

**UM *FRAMEWORK* PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE
PRODUÇÃO – STP EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO.**

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Processos Produtivos, sob a orientação do Prof. Dr. Antonio César Galhardi.

São Paulo – SP

Maio/2019

FICHA ELABORADA PELA BIBLIOTECA NELSON ALVES VIANA
FATEC-SP / CPS

B981f Bussola, Fernando José
Um framework para implantação do sistema toyota de
produção – STP em centros de distribuição / Fernando José
Bussola. – São Paulo: CPS, 2019.
94 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Antonio César Galhardi
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e
Tecnologia em Sistemas Produtivos) – Centro Estadual de
Educação Tecnológica Paula Souza, 2019.

1. Sistema Toyota de Produção. 2. Centro de
Distribuição. 3. Logística. 4. Pensamento Enxuto. 5.
Otimização de Sistemas Produtivos. I. Galhardi, Antonio
César. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula
Souza. III. Título.

FERNANDO JOSÉ BUSSOLA

UM *FRAMEWORK* PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO
– STP EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO.

Prof. Dr. Antonio César Galhardi
Orientador

Prof. Dr. Fabrício José Piacente
Membro Interno

Prof. Dr. Wagner César Lucato
Membro Externo

São Paulo, 07 de maio de 2019.

À minha esposa Camila Helena Bussola,
pelo apoio e não deixou que eu desistisse
em momentos críticos, e ao meu pequeno
filho Rafael Bussola, pela sua existência e
sendo o principal motivo para a evolução
contínua, pessoal e profissional, ambos
com quem amo partilhar a vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Antonio César Galhardi, por ter aceitado o convite como orientador, em um momento de extrema importância e por todo o seu apoio, suporte e contribuição.

Ao Prof. Dr. Fabrício José Piacente, por ter aceitado o convite como membro interno, e por toda a sua contribuição, para um melhor desenvolvimento e aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Wagner César Lucato, por gentilmente ter aceitado o convite como membro externo durante o processo de defesa, contribuindo com este trabalho para um melhor desenvolvimento e aperfeiçoamento.

Ao Prof. Dr. Getúlio Kazue Akabane, primeiro pelo incentivo para iniciar a pós-graduação, pela orientação, sua amizade sincera e por toda a admiração que tenho pelo mesmo.

Aos professores do Centro Paula Souza, por todo o suporte e conhecimentos transmitidos ao longo do curso.

Aos colegas do mestrado, por toda contribuição e amizade construída neste período.

Aos colegas de trabalho da empresa objeto do estudo.

A todos os meus familiares e pessoas queridas.

Não vos preocupeis com o dia de
amanhã. O dia de amanhã terá as suas
próprias preocupações. A cada dia basta
as suas dificuldades.
(Mateus, 6:34)

RESUMO

BUSSOLA, F. J. **Um *framework* para implantação do STP em Centros de Distribuição**. 94 f. Dissertação Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Processos Produtivos. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2019.

O conceito *lean* tem suas raízes na produção em massa, oriundo da indústria automotiva e mais famoso com a Toyota no Japão. Depois da Segunda Guerra Mundial com um país destruído e uma economia abalada, adota-se como estratégia operacional a busca e eliminação de desperdícios e a melhoria contínua, que é nomeado como Sistema Toyota de Produção (STP) ou *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta). A adoção dos métodos de melhoria contínua e cultura enxuta, utilizadas em indústrias, tem sido pouco documentada nos Centros de Distribuição e pela análise bibliométrica revelou tal *gap* de pesquisa. Soma-se a isso, o fato de que esses métodos são difíceis de implementar em empresas do setor de distribuição, devido à alta variação da demanda pelos clientes, o elevado grau de participação humana e a repetição de atividades mecânicas nos processos. O presente trabalho tem por objetivo apresentar um *framework* para adotar práticas enxutas em um Centro de Distribuição. O relato de experiência apresentado foi utilizado como mapa mental para desenvolver, testar e refinar a metodologia, culminando no estabelecimento de um *framework*, para implantação do Sistema Toyota de Produção em Centros de Distribuição de qualquer natureza. O relato de experiência apresentou os resultados da implantação do STP em um Centro de Distribuição, onde se destacam o aumento da eficiência operacional (produtividade, espaço e fluxo), redução de estoques, aumento na confiabilidade e disponibilidade de unidade de manutenção de estoque (*SKU = Stock Keeping Unit*), e nível de atendimento.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção. Centro de Distribuição. Logística. Pensamento Enxuto. Otimização de Sistemas Produtivos.

ABSTRACT

BUSSOLA, F. J. **Um *framework* para implantação do STP em um Centro de Distribuição.** 94 f. Dissertação Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Processos Produtivos. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2019.

The lean concept has its roots in mass production, originally in the automotive industry and most famous with Toyota in Japan. After the Second World War with a destroyed country and a shaken economy, it adopts as operational strategy the search and elimination of waste and continuous improvement, which is named Toyota Production System (TPS) or Lean Manufacturing. The adoption of methods of continuous improvement and lean culture, used in industries, has been poorly documented in the Distribution Centers, through bibliometric analysis has revealed such a research gap. Added to that, the fact is these methods are difficult to implement in companies in the distribution sector, due to the high variation in customer demand, the high degree of human participation and the repetition of mechanical activities in the processes. The present work aims to present a framework to adopt lean practices in a Distribution Center. The presented report of experience was used as a mental map to develop, test and refine the methodology, culminating in the establishment of a framework to implement the Toyota Production System in Distribution Centers of any business. The report of experience presented the results of the STP implementation in a Distribution Center, which highlights the increase of operational efficiency (productivity, space and flow), inventory reduction, reliability increase and availability of stock keeping unit (SKU), and service level.

Keywords: Toyota Production System. Distribution Center. Logistics. Lean Thinking. Optimization Production Systems.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Os sete desperdícios e seus impactos com a implementação do STP no dimensionamento da operação.	77
Quadro 2: Os sete desperdícios e seus impactos com a implementação do STP no dimensionamento da operação (cont.).	78
Quadro 3: Resultados após implementação do STP.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Combinação e relacionamento direto de <i>lean</i> , <i>warehouse</i> e <i>improvement</i>	39
Tabela 2: SKU por tipo de material.	46
Tabela 3: SKU por tipo de embalagem.	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Itens publicados por ano.	18
Figura 2: Citações em cada ano.	19
Figura 3: Toyota Way.	22
Figura 4: Casa do Sistema Toyota de Produção.	27
Figura 5: O fluxo de <i>Kanban</i>	29
Figura 6: Atividades de mover e estocar de um típico CD de alimentos.	31
Figura 7: Plano de estocagem baseado na movimentação prevista dos produtos.	33
Figura 8: Etapas da condução da pesquisa qualitativa.	35
Figura 9: Esquema de análise dos dados da pesquisa.	35
Figura 10: Pesquisa bibliométrica na base do WOS.	36
Figura 11: Resultado inicial do estudo bibliométrico.	37
Figura 12: Análise das publicações por ano de publicação.	37
Figura 13: Análise das publicações por tipo de documento.	38
Figura 14: <i>Layout</i> do CD.	40
Figura 15: <i>Layout</i> prédio “B”.	41
Figura 16: 3 tipos de <i>layouts</i> operacionais.	42
Figura 17: <i>Layout</i> Tipo “U”.	43
Figura 18: Conceito de zonas.	44
Figura 19: Peça individual.	44
Figura 20: Peças agrupadas (sobrepostas).	45
Figura 21: Estoque ideal (OH - <i>On Hand</i>).	47
Figura 22: Conceito de comprimento.	47
Figura 23: Classificação dos SKU por tamanho.	48
Figura 24: Conceito enxuto VENDE-UMA-COMPRA-UMA.	49
Figura 25: Conceito de estoque ideal x proposta.	49
Figura 26: Diagrama de abastecimento base pedido e recebimento.	50
Figura 27: Parâmetros para cálculo de armazenagem.	50
Figura 28: Regra para cálculo e dimensionamento da primária base tamanho do SKU.	51
Figura 29: Definições para cálculo da ineficiência das locações.	52
Figura 30: Esquema do mezanino.	53
Figura 31: Dimensionamento das locações primárias.	54
Figura 32: Dimensionamento de corredores das zonas primárias.	54
Figura 33: Cálculo da largura do corredor.	55
Figura 34: Frequência para reposição do estoque e atendimento.	56
Figura 35: Nível de atendimento dos pedidos.	57
Figura 36: Nível de atendimento dos pedidos.	57
Figura 37: Demanda total.	58
Figura 38: Demanda criada e real.	59
Figura 39: Método tradicional.	60
Figura 40: Método JUST-IN-TIME.	60
Figura 41: Ciclo de vida de uma peça.	61
Figura 42: Listagem para levantamento dos SKU em estoque.	62
Figura 43: Listagem das peças em estoque.	63
Figura 44: Padrões para as classes de demanda.	64
Figura 45: Resultado da classificação dos itens com base na demanda.	64

Figura 46: Padrões para as classes de demanda.	65
Figura 47: Definição dos intervalos de cada classe de demanda.....	65
Figura 48: Intervalos de frequência.	66
Figura 49: Classes de controle de inventário.	66
Figura 50: Classes de controle de inventário.	67
Figura 51: Listagem dos SKUs com a classe de controle de inventário (ICC).	67
Figura 52: Distribuição dos SKUs na matriz de ICC.....	68
Figura 53: Regra para classificação de SKUs sem movimentação.	68
Figura 54: Listagem das peças em estoque sem movimentação.....	69
Figura 55: Distribuição dos SKUs com movimento nas classes de controle de inventário (ICC).	69
Figura 56: Benchmark (comparativo) interno das afiliadas.	71
Figura 57: Produtividade do recebimento (LPH).	72
Figura 58: Produtividade da expedição (LPH).....	72
Figura 59: Produtividade no recebimento (LPH).	73
Figura 60: Produtividade na expedição (LPH).....	74
Figura 61: Evolução do valor do estoque e seu fator.	74
Figura 62: Nível de atendimento dos pedidos.	75
Figura 63: Nível de atendimento dos pedidos.	76
Figura 64: Framework para dimensionamento enxuto de operação.	79
Figura 65: Framework para dimensionamento e controle de estoque.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Método utilizado para classificação dos produtos de acordo com sua relevância em valor, volume, etc.
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores.
BIN	Consiste em 1 dia de estoque para cobrir o tempo de operação interna do armazém, desde o recebimento até a sua disponibilidade.
CD	Centro de Distribuição.
DAD	Média da demanda diária.
FRAMEWORK	Estrutura
GAP	Lacuna
ICC	<i>Inventory Control Class</i> , ou Classe de Controle de Inventário.
INBOUND	Transporte, armazenagem e entrega de bens e serviços para dentro de um negócio.
JIT	Sistema de administração da produção que determina que tudo deve ser produzido, transportado ou comprado na hora exata.
KAIZEN	Filosofia ou prática da melhoria contínua dos processos de manufatura, engenharia, gestão de negócios, etc.
KANBAN	<i>Containers</i> e cartões utilizados para autorizar a produção e/ou a movimentação dos itens em todo o processo produtivo.
KPI	Indicadores gerais de desempenho.
LAYOUT	Modo de distribuição de elementos num determinado espaço.
LEAN	Sistema de gerenciamento enxuto, inspirado no Sistema Toyota de Produção
L/T	Tempo padrão
m ²	Unidade de medida, metro quadrado
MIP	Ponto máximo de inventário
O/C	Tempo de ciclo de um processo ou fornecimento
OH	Peça em estoque
OUTBOUND	Transporte, armazenagem e entrega de bens e serviços da organização para os clientes
PICKING	Desmembramento da unidade de manutenção de estoque (SKU) para atender a um pedido específico.
SKU	Unidade de manutenção de estoque

SPE	Sistema de Produção Enxuto
SCC	<i>Special Control Class</i> , ou Classe Especial de Controle.
SSdem	Estoque de segurança para cobrir flutuação da demanda.
SSIt	Estoque de segurança para cobrir flutuação no <i>lead time</i> de fornecimento.
STAGE	Local demarcado temporariamente para armazenamento de cargas.
STP	Sistema Toyota de Produção.
TMC	Toyota Motor Corporation é um fabricante automotivo japonês com sede na Toyota, província de Aichi, no Japão.
TMHM	Toyota Material Handling Mercosur, fabricante de equipamentos de movimentação.
WOS	<i>Web of Science</i> , base de indexação de periódicos.
YOKOTEN	Compartilhamento das melhores práticas em uso.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
1.1 Sistema Toyota de Produção (STP).....	21
1.2 Centro de Distribuição (CD)	29
2 METODOLOGIA	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.1 Análise Bibliométrica na base de dados da Web of Science	36
3.2 Relato de Experiência.....	40
3.3 Um <i>framework</i> para implantação do STP no dimensionamento da operação e controle de estoque em um Centro de Distribuição.	78
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS.....	84
ANEXOS	89

INTRODUÇÃO

A contínua reestruturação de toda a cadeia de suprimentos com o claro objetivo de obter vantagem competitiva perante os concorrentes, aliada à busca da excelência e qualidade no atendimento aos clientes, são fatores primordiais de sucesso nas operações em geral, num ambiente de constantes desafios e oportunidades de negócios. O “*Lean*” é uma abordagem de gestão sistêmica aplicada nas indústrias de ponta, junto com a manufatura, iniciada pela Toyota (Shah; Khanzode, 2017). As empresas automobilísticas buscam implantar técnicas provenientes do Sistema Toyota de Produção – STP, também conhecido como *lean manufacturing* (manufatura enxuta), com reconhecido sucesso sustentado pela Toyota, ao longo dos anos, e fazendo com que o seu sistema de produção se tornasse referência entre seus concorrentes.

De acordo com Gomes (2001), STP é uma filosofia de gerenciamento da produção, cujo objetivo é o aumento do lucro por meio da redução dos custos e otimização de processos. Baseia-se na priorização de melhorias do processo, via eliminação contínua e sistemática das perdas nos sistemas produtivos. Consiste em aumentar a densidade do trabalho, incrementar ao máximo as atividades que agregam valor e minimizar as atividades improdutivas. Esse sistema se ajusta e dissemina para outras operações, além do ambiente da produção, com a aplicação de seus conceitos na logística.

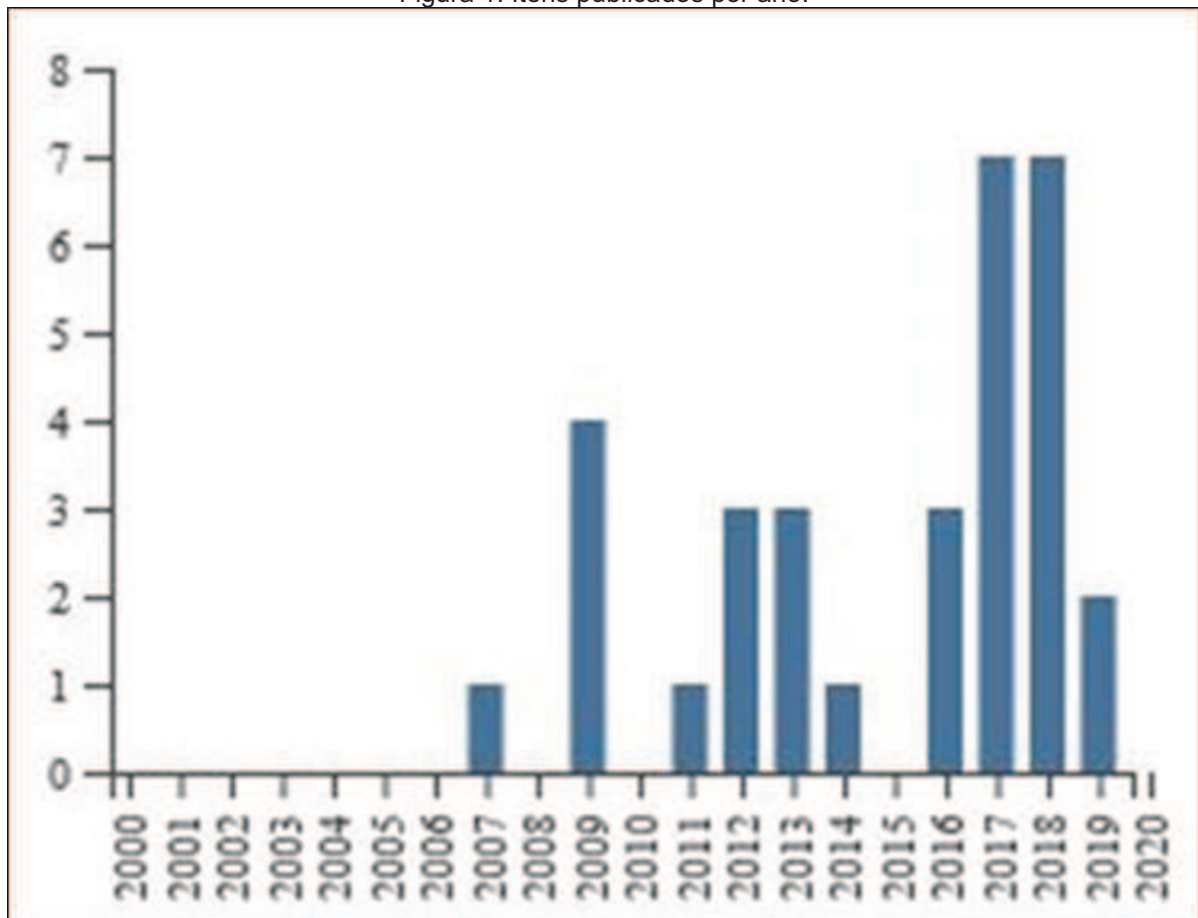
O olhar para um departamento de logística de uma das maiores montadoras permitiu ao pesquisador compreender os fatores diferenciais que a tornaram uma das empresas mais valiosas no mundo. No Centro de Distribuição (CD) de Partes & Peças, a partir da participação no projeto de implantação de *Lean Warehouse Management* foi possível compreender como os conceitos do STP poderiam ser estruturados para se obter uma operação devidamente dimensionada e eficaz comparada aos concorrentes.

Com o objetivo de compreender a relevância e aderência do sistema enxuto, na presente pesquisa foi realizada uma análise bibliométrica com as palavras: *lean*

(*enxuto*), *warehouse* (Armazém) e *improvement* (melhoria), utilizando a base de dados do *Web of Science* (WOS), disponível na internet em: <http://login.webofknowledge.com>.

Por meio da bibliometria com as palavras *lean*, *warehouse* e *improvement*, o resultado apresentado foi relativamente baixo. A figura 1 apresenta um total de 33 publicações, base consultada desde 1945 até 2019, e uma maior concentração nos anos de 2017 e 2018 com 7 publicações em cada respectivo ano.

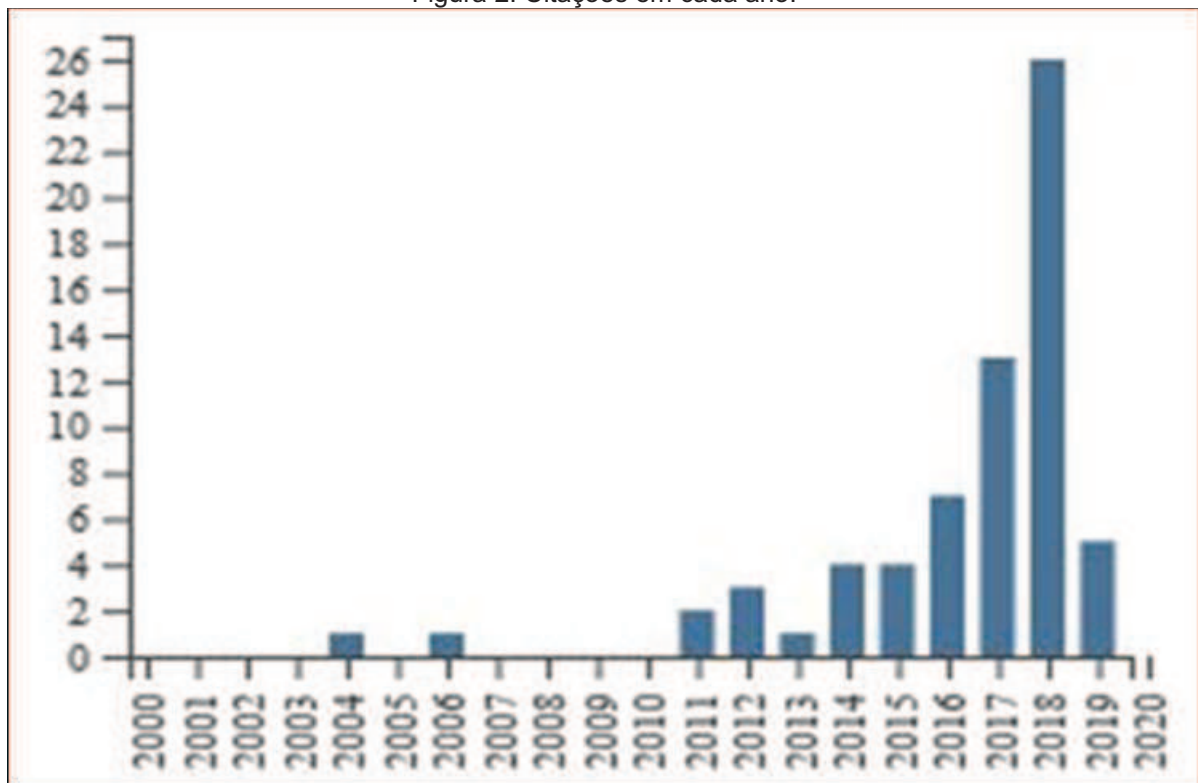
Figura 1: Itens publicados por ano.



Fonte: WOS.

A figura 2 apresenta o total de citações, sendo uma maior concentração no ano de 2018 com 26 citações.

Figura 2: Citações em cada ano.



Fonte: WOS.

Observa-se que por meio da análise do conteúdo das publicações, embora as três palavras pesquisadas (*lean*, *warehouse* e *improvement*) não levem a questão de pesquisa, nenhuma das 33 publicações possui framework para implantação do STP em um CD, logo notou-se uma lacuna de pesquisa no tema “*lean warehouse*”, ainda que os conceitos do STP sejam de longa data aplicados, em diversos segmentos.

Questão de pesquisa

É possível construir um *framework* baseado no STP para dimensionamento de operação e controle de estoque enxuto em um CD qualquer, com ganho de produtividade, redução de estoques, alto nível de atendimento; a partir de uma experiência bem-sucedida em uma montadora?

Objetivos

Construir um *framework* com o objetivo de criar uma ferramenta para implantação do Sistema Toyota de Produção – STP, no dimensionamento de operação e controle de estoque em um CD (Centro de Distribuição) de Partes & Peças, com ganhos de produtividade, redução de estoques, alto nível de atendimento e aumento do valor agregado.

Para atingir ao objetivo geral desta pesquisa estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar o relato de experiência da implantação do *Lean Warehouse* em uma montadora, no Brasil;
- b) Identificar os benefícios proporcionados com a aplicação do STP no dimensionamento de uma operação em um CD;
- c) Identificar método para gestão e controle de estoque;
- d) Quantificar o ganho de produtividade nas principais operações de um CD (recebimento e expedição), redução de estoques e nível de atendimento aos clientes.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordados os conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) e de Centro de Distribuição (CD) que fundamentam a questão de pesquisa, os objetivos e a estruturação de coleta de dados.

1.1 Sistema Toyota de Produção (STP)

Por décadas, o modelo da Toyota foi estudado por profissionais de negócios, pesquisadores e gestores empresariais. A montadora tem sido a referência dos demais atores da indústria automobilística, o símbolo da excelência em negócios e foco de inúmeras pesquisas na academia (IYER; SESHADRI; VASHER, 2009).

O poder da Toyota foi atribuído aos seus dois diferentes valores fundamentais:

- a) “*The Toyota Way*” (O Jeito Toyota);
- b) Sistema Toyota de Produção (STP).

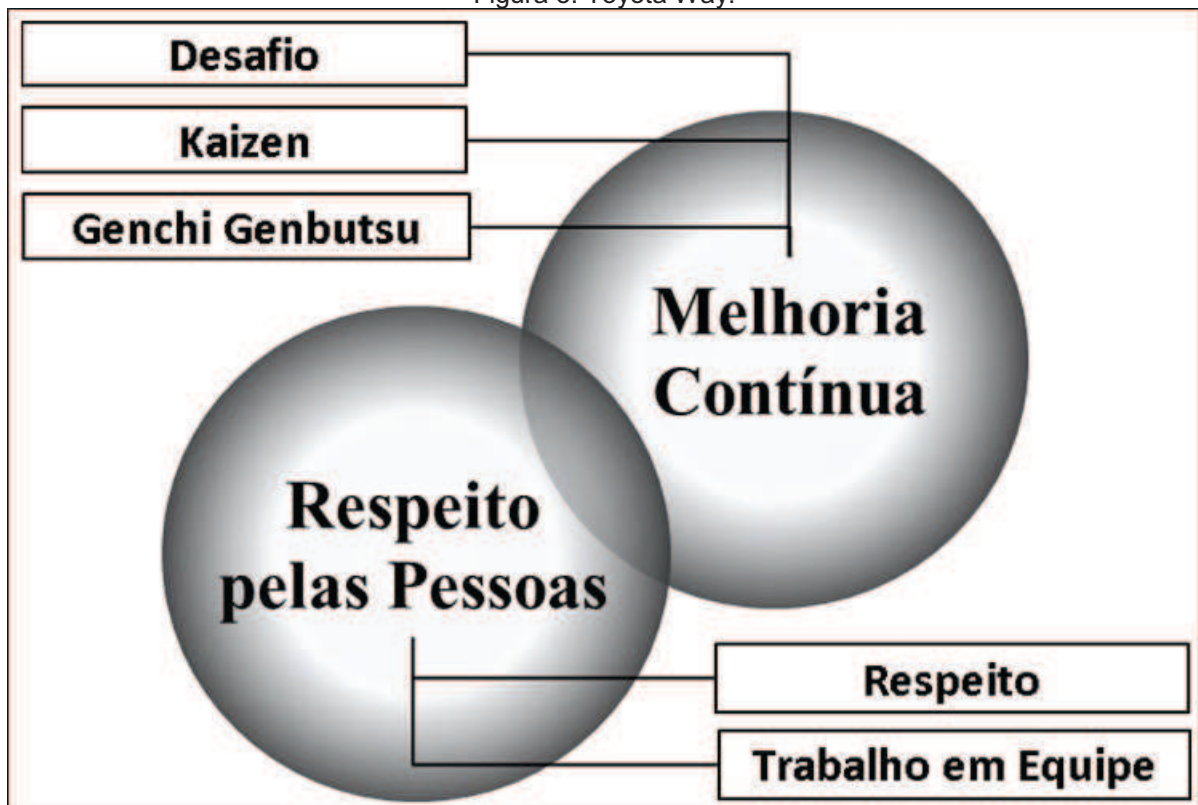
O *Toyota Way* criou uma cultura de respeito para com seus funcionários, clientes, fornecedores e até com os concorrentes, promovendo a inovação e a cooperação no desenvolvimento de seus processos e produtos.

Liker (2005) escreveu que o sucesso da Toyota ultrapassa essas ferramentas e técnicas, denominadas de “*The Toyota Way*”; na verdade trata-se de um método abrangente para projetar e gerenciar todo o processo do Sistema Toyota de Produção. Não é a única forma de resolução de problemas, inclui uma maneira de pensar em diferentes tipos de operações, organizações (incluindo fornecedores, provedores logísticos e distribuidores), extensivas a todas as localidades do mundo em que a empresa atua.

“Os princípios orientadores da Toyota refletem o tipo de empresa que a Toyota procura ser. O *Toyota Way 2001* esclarece os valores e os métodos de negócios que todos os funcionários devem adotar para realizar os princípios orientadores em todas as atividades globais da empresa. Com o rápido crescimento, a diversificação e a globalização da Toyota, no início do século XXI, os valores e os métodos comerciais que foram transmitidos como conhecimento implícito foram identificados e definidos em 2001” (TOYOTA MOTOR CORPORATION, 2012).

O *Toyota Way* é apoiado por dois pilares principais: "Melhoria Contínua" e "Respeito pelas Pessoas", exemplificado na figura 3.

Figura 3: Toyota Way.



Fonte: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota.

“A Toyota sempre trabalha para melhorar os negócios, apresentando novas ideias e trabalha com a melhor das habilidades, respeito para com todas as partes interessadas e acredita que o sucesso do negócio é criado pelo esforço individual e pelo bom trabalho em equipe” (TOYOTA MOTOR CORPORATION, 2012).

A Toyota dominou a arte de aprender e acredita que os princípios para atingir o domínio são universais. A aprendizagem na Toyota não só está de acordo com a

teoria, mas pode ser explicado (IYER, SESHADRI, VASER, 2009).

Para os autores, os principais princípios da aprendizagem são:

- ✓ Criar consciência: a menos que os problemas sejam vistos, eles não serão resolvidos. O sistema deve operar de forma simples e reportar ideias, problemas e desvios, a um líder direto da equipe sem demora;
- ✓ Estabelecer capacidade: alguém deve ser capaz de resolver um problema que possa surgir dentro dos limites estabelecidos, e caso não seja capaz, não poderá contribuir para o processo de solução de problemas e será incapaz de reconhecer a necessidade de ajuda especializada;
- ✓ Protocolar as ações: as ações devem ser tomadas dentro de um conjunto de restrições e devem estar em conformidade com certos padrões. Isso auxilia na identificação da relação entre ação e resultados, e na codificação do conhecimento para uso futuro;
- ✓ Gerar consciência no nível do sistema: à medida que a experiência com a resolução de problemas é obtida, é necessário criar uma maior conscientização de outras áreas que possam ser afetadas por ações ou possam afetar o próprio desempenho;
- ✓ Produzir a habilidade de ensinar: à medida que a consciência e a experiência do nível do sistema se acumulam, a capacidade de ensinar sobre esses métodos precisa ser estabelecida.

O Sistema Toyota de Produção (STP) ou produção enxuta em nível conceitual é definido como uma combinação de práticas de gerenciamento que trabalham em conjunto para criar sistemas de alta qualidade, produzindo produtos ou serviços de alta qualidade e sem desperdício, impulsionados pela demanda do cliente (SHAH e WARD, 2003).

Katayama e Bennett (1996) definem o *lean* como um sistema de produção que busca aumentar a satisfação do cliente por meio de alto desempenho de produção e, ao mesmo tempo, consumir menos fatores de entrada.

Para Warnecke e Huber (1995), o gerenciamento *lean* é um sistema de métodos e medidas, que tem o potencial de trazer um estado enxuto e competitivo ao longo do desenvolvimento do produto, cadeia de suprimentos, gerenciamento de chão de fábrica e serviço pós-venda. Propõem uma filosofia de gestão enxuta

reduzindo o desperdício ao longo de toda a cadeia de valor.

O STP ou produção enxuta foi desenvolvido e promovido pela Toyota Motor Corporation e está sendo adotado por muitas empresas japonesas após o choque de petróleo de 1973. O objetivo principal do sistema é eliminar por meio de atividades de melhoria, vários tipos de desperdícios “escondidos” dentro de uma empresa (MONDEN, 2011).

A interpretação do STP tem evoluído ao longo dos anos de acordo com a relevância dos estudos realizados (LIKER, 2005; HOLWEG, 2007). No livro “A Máquina que mudou o mundo”, Womack; Jones e Ross (1992), descreveram a parte mais aparente do STP, ou seja: as ferramentas e técnicas para a eliminação de desperdícios. Mais tarde, Womack e Jones (1996) divulgaram novas orientações para que as empresas pudessem entender melhor o pensamento enxuto (*lean thinking*).

Cinco princípios fundamentais norteiam o pensamento enxuto (HINES; TAYLOR, 2000):

1) Criar valor para o cliente: especificar o que gera e o que não gera valor sob a perspectiva do cliente, ao contrário do que tradicionalmente se faz, que é a avaliação sob a ótica da empresa e de suas áreas funcionais;

2) Mapear o fluxo de valor: levantar todos os passos necessários para produzir o produto ou serviço e identificar o que agrega valor e o que gera desperdícios. É possível definir três categorias de atividades: as que agregam valor, as que não agregam valor, mas são necessárias, e as que não agregam valor e não são necessárias, classificadas como desperdícios;

3) Criar fluxo contínuo: promover ações a fim de criar um fluxo de valor contínuo, sem interrupções;

4) Promover a produção puxada: o cliente aciona a produção e fabricam-se somente as quantidades solicitadas pelo cliente ou processo consumidor;

5) Buscar a perfeição: esforçar-se para empreender a melhoria contínua, procurando a remoção de perdas e desperdícios.

O STP persegue a utilização dos cinco princípios para eliminar os desperdícios e minimizar perdas, na busca por atingir ou mesmo superar as

expectativas dos clientes, gerando produtos a um menor custo e sem prejuízo da qualidade (HINES; TAYLOR, 2000).

No STP buscam-se eliminar os “desperdícios”, classificados por Ohno (1997), em 7 tipos:

1) Excesso de produção: produzir para estoque, por maior quantidade produzida ou por antecipação da produção. Em geral, devido às falhas de sincronização entre os processos ligados à produção, à montagem de grandes lotes mínimos, uso de grandes embalagens, à falta de planejamento em relação à demanda prevista, entre outros;

2) Tempo de espera: tempo ocioso, sem trabalho. Ocorre em cadeia, ou seja: esperar significa que a linha de produção não está ocupada da maneira como foi programada, por falta de um controle adequado da programação, do balanceamento ou da sincronização da produção, formando filas e folgas operacionais durante o processamento;

3) Transporte: movimentação desnecessária ou excessiva de materiais e insumos, talvez devido ao *layout* inadequado para o sistema de produção estabelecido; embalagens não adequadas ao processo produtivo, que exigem transbordo. Por exemplo, para embalagens menores, etc.;

4) Processamento: incorreto, inadequado, adicional ou em excesso; pode ser originado por mão-de-obra não treinada ou um planejamento de produção inadequado, que exige, por exemplo, frequentes controles por meio de contagem de SKUs (*Stock Keeping Units*) em embalagens;

5) Estoque: em excesso ou desnecessário; pode ser oriundo de falta de precisão na estimativa da demanda ou da produção em grandes escalas, não respeitando os volumes de acordo com o plano de vendas. Em geral, os estoques acobertam ineficiências de naturezas diversas causadas pelos outros tipos de desperdícios;

6) Movimentação: movimentos que provocam perda de tempo produtivo, como o manuseio desnecessário de materiais. Possíveis causas podem ser identificadas por meio de estudos de tempos e movimentos do operador, com posterior padronização de um melhor método;

7) Defeitos: produção de produtos defeituosos ou realização de retrabalhos corretivos; podem ser gerados por equipamentos, meios de transporte e movimentação inadequados ou mal conservados, embalagens impróprias, treinamento não adequado, materiais defeituosos, processo inapropriado, entre outros.

Há ainda um oitavo e importante desperdício, acrescentado posteriormente e relacionado às pessoas envolvidas no STP: trata-se do não aproveitamento do talento e da criatividade dos funcionários, por não se escutar suas ideias ou não os envolver em processos de melhorias e oportunidades de aprendizado (LIKER, 2005).

Uma percepção equivocada sobre o STP é a de que apenas se refira à produção propriamente dita, talvez por causa de suas origens na manufatura. O STP engloba os sistemas de negócios e as demais operações, de modo a se atender as necessidades dos clientes da forma mais eficiente e eficaz possível. A literatura científica reforça a crescente importância da transferência dos conceitos do STP para as áreas administrativas e de apoio à produção, como o planejamento, qualidade, manutenção e a logística (DEIWIKS et al., 2008).

A logística é um dos principais aspectos para o funcionamento do STP (SHINGO, 1996; WOMACK; JONES, 2004). A estrutura do STP e seus componentes explicitam a cooperação necessária entre as áreas envolvidas, Liker (2005) apresenta a estrutura do STP na forma de uma casa, conhecida como a “Casa do Sistema Toyota de Produção”. Como na construção civil, a Toyota projetou a sua casa da base para o topo, sendo fundamentais os pilares para a sustentação de toda a estrutura. A base inclui diversas práticas e conceitos que conferem a necessária estabilidade ao sistema. Os dois pilares de sustentação do sistema são: o *Just-in-Time* (JIT) (no tempo correto) e o *Jidoka* (automação humanizada). O telhado da casa abriga o que todas as empresas procuram com a implantação do STP: a redução dos custos e prazos, com a melhor qualidade dos seus produtos.

A figura 4 apresenta a “Casa do Sistema Toyota de Produção”, e as principais ferramentas do STP contidas em cada componente.

Figura 4: Casa do Sistema Toyota de Produção.



Fonte: Adaptado de Liker (2005).

O JIT (*Just In Time* – no tempo certo) é o elemento chave da produção enxuta (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005) e consiste em todas as práticas relacionadas ao JIT. Essas práticas se concentram na redução de refugos, redução de estoque de produtos em processo, e atrasos desnecessários (HARRISON; HOEK, 2005).

O *Jidoka* envolve o aspecto humano apenas em termos de trabalhadores, interrompendo a linha de produção, após serem notificados por um sistema de aviso. No entanto, requer treinamento em relação aos princípios de melhoria de qualidade e processo (ANDREADIS; GARZA-REYES; KUMAR, 2017). O pilar JIT se relaciona com a sustentação da logística no fluxo contínuo, o pilar *Jidoka* (em português, “autonomação”, ou “automação com toque humano”) corresponde à sustentação da qualidade.

Na produção *Just-in-Time* em uma linha de montagem, os SKUs planejados para um determinado posto de trabalho chegam no momento em que são

necessários e na quantidade adequada, denotando um abastecimento de materiais “puxado” em oposição ao “empurrado”. Ocorrem nos processos logísticos de um Centro de Distribuição, os volumes são despachados de acordo com os pedidos e nos prazos pré-estabelecidos (MONDEN, 2011).

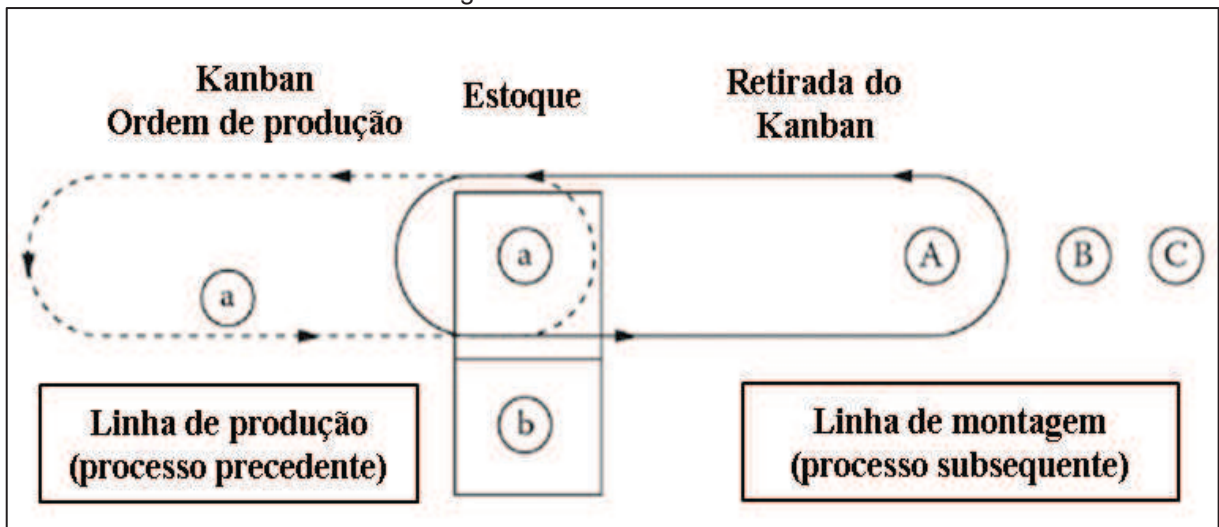
O STP tem como pressuposto o aumento da produtividade, isto é, fazer mais com menos recursos e suprimir fontes de desperdícios ao longo da cadeia de agregação de valor (SHAH; WARD, 2003).

Para Baudin (2004), a logística enxuta é a dimensão do STP responsável pela eficiente entrega dos materiais à produção, feita repetidas vezes e em pequenas quantidades, ou seja, da maneira oposta à visão tradicional de grandes entregas com baixa frequência. A logística apoia a filosofia de produção *Just-in-Time* (JIT) e tem por objetivo interligar os processos de agregação de valor dentro da organização e, ao mesmo tempo, gerar vantagem competitiva por meio da realização de atividades logísticas flexíveis e enxutas, baseada no princípio puxado (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006).

Ainda para o autor, o *Kanban* (cartão) é uma forma visual e rápida de se controlar as quantidades de produção em cada processo, geralmente se coloca em um envelope retangular de vinil as duas identificações utilizadas: a de retirada, que detalha a quantidade que o processo subsequente deve retirar; e a de produção, que mostra a quantidade de pedidos que o processo anterior deve produzir (MONDEN, 2011).

A figura 5 exemplifica o fluxo do *Kanban*, com a retirada do *Kanban* para consumo, gera uma nova ordem para a produção reabastecer o item consumido.

Figura 5: O fluxo de Kanban.



Fonte: Adaptado de Monden, 2011.

Althoff (2009) reforça que a aplicação de conceitos isolados do STP não contribui para uma otimização sistêmica, pelo contrário, pode até mesmo prejudicar o desempenho operacional global da empresa. A implantação de ferramentas e métodos enxutos nos processos produtivos tem reflexo em processos anteriores e posteriores, como nos processos da logística. Por exemplo, a redução nos tamanhos de lotes para abastecimento da linha de montagem requer reposições mais confiáveis e com maior frequência, o que implica em aumento de tempos, custos e ajustes em processos de coleta, sequenciamento e transporte (WANNENWETSCH, 2010).

A logística enxuta assume sua parcela de contribuição para o aumento da produtividade com a redução de desperdícios ligados ao manuseio de materiais dentro da cadeia de suprimentos. Tornar a manufatura mais enxuta a fim de aumentar a produtividade, implica em elevar os requisitos para os processos logísticos (GÜNTNER; KLENK; KNÖSSL, 2011).

1.2 Centro de Distribuição (CD)

Os condomínios logísticos com estrutura física e serviços compartilhados com outros usuários permitem flexibilidade para as empresas localizarem seus estoques e Centros de Distribuição, com redução capital imobilizado em instalações, assim

como a localização privilegiada com a proximidade dos grandes eixos viários e os principais mercados consumidores, e o potencial de evitar as restrições de circulação nos grandes centros urbanos (FLEURY, 2004).

Centros de Distribuição são armazéns ou depósitos modernos, com equipamentos eficientes para realizar a movimentação dos materiais, com estruturas de armazenagem adequada ao tipo de produto, com espaço e recursos enxutos para a execução das atividades operacionais e com sistema tecnológico de gerenciamento de informações contribuindo para a tomada de decisão, toda essa configuração tem por objetivo atender alto giro de produtos e clientes (COELHO LIMA, 2004).

Os fluxos de entrada de mercadorias (recebimento de fornecedores, fábricas, importados, etc.) e fluxos de saídas (venda, transferências, etc.) não são coordenados e o Centro de Distribuição é uma instalação que com os recursos de equipamentos de armazenagem, de movimentação, meios humanos e principalmente gestão, permite regular essas diferenças (MECALUX, 2015).

Se as demandas das empresas fossem previsíveis, ou seja, a quantidade e o produto a ser entregue ao cliente fossem conhecidos com antecedência, não seria necessário o Centro de Distribuição, mas isso não condiz com a realidade e não é possível prever a demanda com exatidão (BALLOU, 2001).

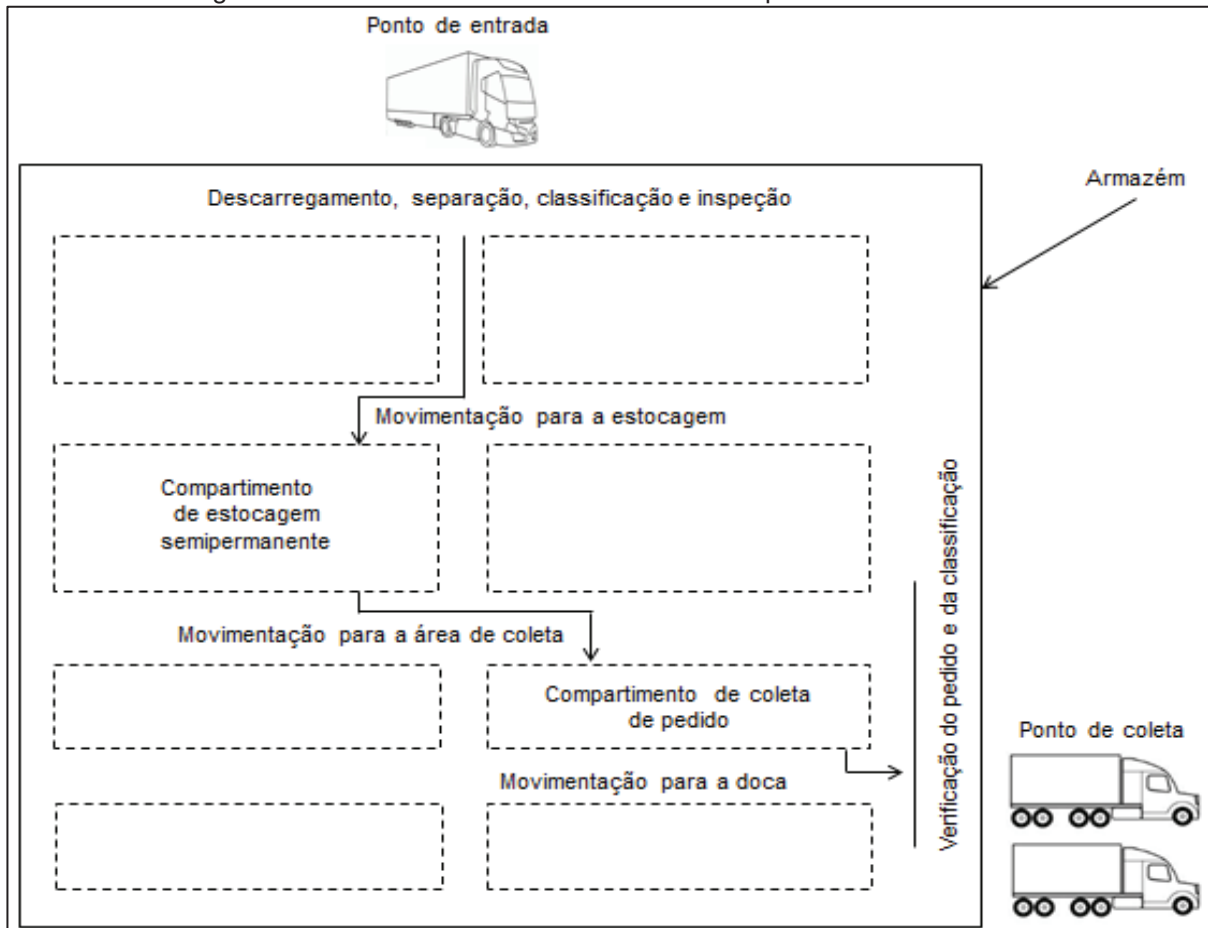
Para Ballou (2001) “os custos de armazenagem e de manuseio de materiais são justificados porque podem ser compensados com custos de transporte e de produção-compra”. Rodrigues e Pizzolato (2003) dizem que “O CD é um conceito moderno, cuja função ultrapassa as tradicionais funções dos depósitos, galpões ou almoxarifados”.

O objetivo de um CD de forma eficiente é receber o inventário, estocá-lo até que o mercado o demande, montá-lo em pedidos completos, e iniciar a sua movimentação até os clientes (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006).

Para se obter um entendimento de como funciona um Centro de Distribuição é importante detalhar as principais atividades envolvidas desde o recebimento, passando pela movimentação e armazenamento, pela separação de pedidos e expedição dos produtos ou materiais.

A figura 6 exemplifica as atividades de mover e estocar de um típico CD de alimentos, entretanto, o fluxo pode ser aplicado para outros segmentos.

Figura 6: Atividades de mover e estocar de um típico CD de alimentos.



Fonte: Ballou (2001, p.203).

Para uma melhor compreensão das operações de um Centro de Distribuição, na sequência das etapas de um fluxo completo, desde o recebimento dos volumes a serem armazenados até a expedição, ocorrem:

Recebimento: operação que envolve atribuir os caminhões nas docas, planejar e executar as atividades (GU et al., 2007). O recebimento de cargas paletizadas possibilita a liberação do veículo com mais agilidade, ou seja, o veículo fica menos tempo dentro do Centro de Distribuição maximizando a utilização do transporte (BOWERSOX, CLOSS e COOPER, 2006).

Armazenamento: movimentar os materiais da área de descarga para cada local designado no estoque (MENTZER; KONRAD, 1991; YANG; CHEN, 2012).

Recomenda-se uma classificação da curva ABC dos produtos ou materiais, e o método tradicional trata de uma forma de classificação dos dados relevantes dos

itens e separa os mesmos de acordo com sua maior importância ou impacto, em menor número. (CARVALHO, 2002). Segundo o autor, os itens são classificados como:

Classe A: itens de maior importância, valor ou quantidade altas, podem ser itens do estoque com uma demanda de 60% num dado período e corresponde a 20% do total de itens;

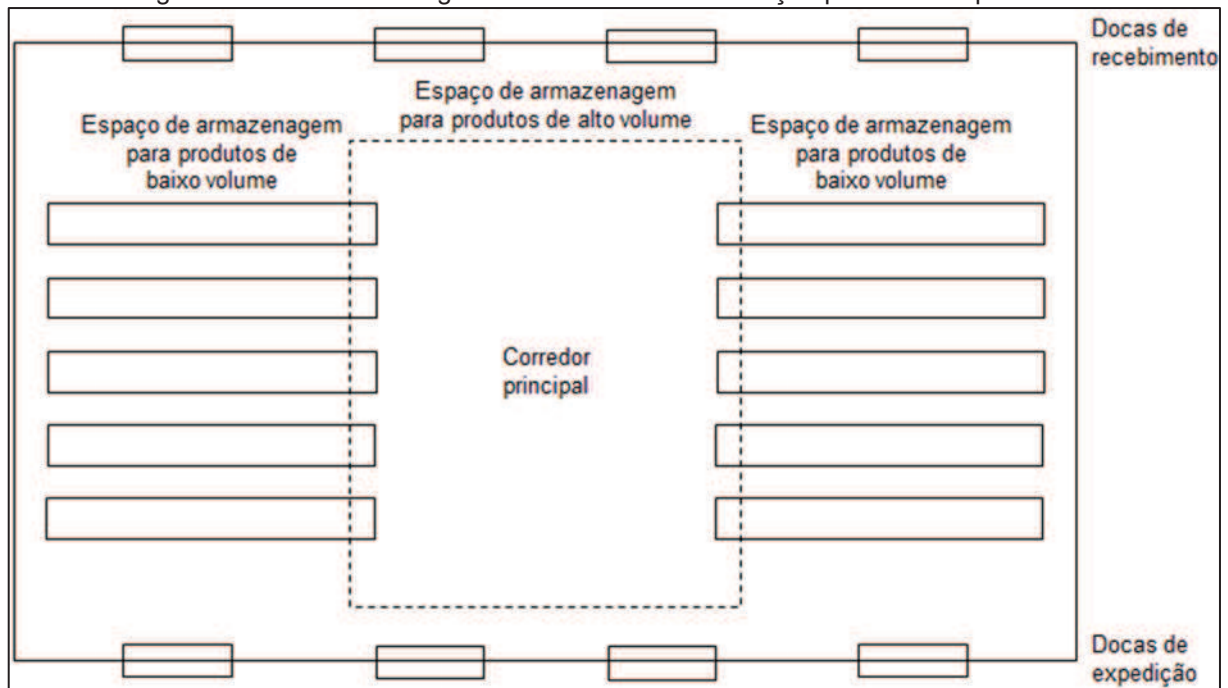
Classe B: itens com importância, quantidade ou valor médios, podem ser itens de estoque com uma demanda de 20% num dado período e corresponde a 30% do total de itens;

Classe C: menor importância, valor ou quantidade, podem ser itens de estoque com uma demanda de 20% num dado período e corresponde a 50% do total de itens.

Os produtos ou materiais de alto volume devem ser armazenados próximos dos corredores principais e próximos ao chão, com isso minimiza-se a movimentação e a necessidade de equipamento e mão-de-obra são menores, já os produtos ou materiais de baixo volume devem ser armazenados mais distantes dos corredores e do chão (BOWERSOX, CLOSS e COOPER, 2006).

A figura 7 ilustra com mais detalhes o direcionamento dos locais de armazenagens considerando as movimentações previstas de acordo com o cálculo da curva ABC baseada no histórico de vendas.

Figura 7: Plano de estocagem baseado na movimentação prevista dos produtos.



Fonte: Bowersox, Closs e Cooper (2006, p.323).

Separação de pedidos: segundo Bowersox, Closs e Cooper (2006) “a separação de pedidos é uma das atividades principais de um armazém. O processo de separação exige que materiais, SKUs e produtos sejam agrupados para facilitar a montagem dos pedidos”. É o processo de separação de uma quantidade correta de certos produtos, para um conjunto de pedidos de clientes (De KOSTER et al., 2007). A separação de pedidos requer um tempo e uma quantidade de mão-de-obra desproporcional as demais atividades, por conta disso em alguns centros de distribuição existem áreas exclusivas para a separação dos pedidos (COELHO LIMA, 2004). É a principal e mais trabalhosa atividade do armazém (DOTOLI et al., 2009);

Expedição: atividade de acondicionamento dos SKUs e carregamento do caminhão após a separação dos pedidos, envolve também atribuir os caminhões nas docas (GU et al., 2007).

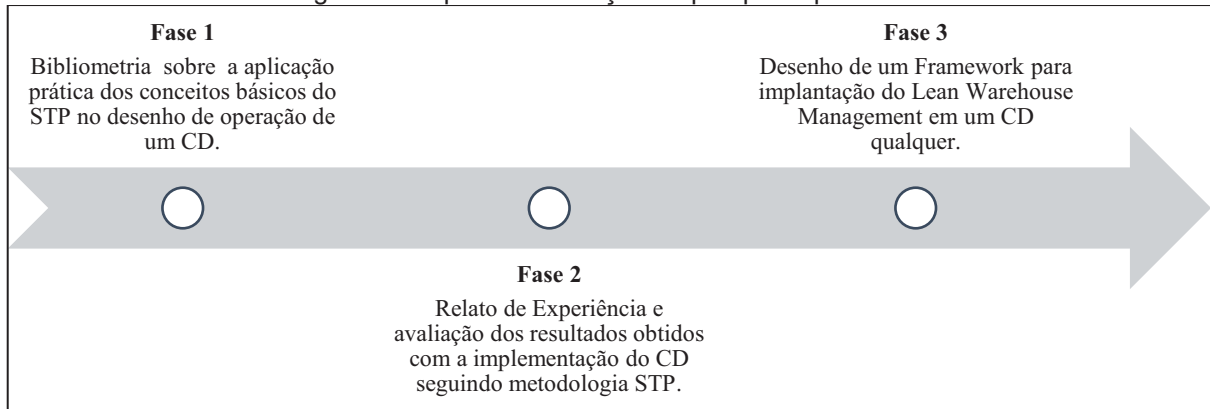
2 METODOLOGIA

A pesquisa objeto deste trabalho desenvolveu-se segundo os pressupostos da pesquisa qualitativa estabelecidos por Sampieri *et al.* (2006). Foi composta de três métodos:

- 1) Bibliometria para se analisar o estado atual da arte. De acordo com Heberger, Christie e Alkin (2010), a bibliometria é uma metodologia que documenta e evidencia os padrões de publicações dos autores, revelando as referências que citam seus trabalhos e as que são citados. Um estudo bibliométrico foi realizado em abril de 2019 com as palavras-chaves: *lean* (enxuto), *warehouse* (armazém) e *improvement* (melhoria), utilizou-se a base de dados disponível no website da *Web Of Science* (<http://login.webofknowledge.com>), e como ferramenta de análise de dados o EndNote e Excel.
- 2) Utilizou-se um relato de experiência, em que por meio de uma participação direta no desenvolvimento e implementação de um novo Centro de Distribuição de Peças de Reposição de uma importante indústria automotiva, ocorrendo a coleta de dados deste trabalho. Toda a etapa de planejamento e desenvolvimento foi realizada no ano de 2017 e essa nova operação iniciou-se em janeiro de 2018. O relato de experiência foi acompanhado com uma série de comparativos de desempenho entre operações com e sem a utilização dos conceitos do STP com a atual.
- 3) Utilizou-se o método *Design Thinking*, reconhecido como um conjunto de ideias e *insights* (intuições) para abordar problemas, relacionados a futuras aquisições de informações, análise de conhecimento e propostas de soluções, para criar um *framework* para implantação do STP no dimensionamento da operação e controle de estoque em um Centro de Distribuição.

A pesquisa realizou-se em três fases, conforme a figura 8:

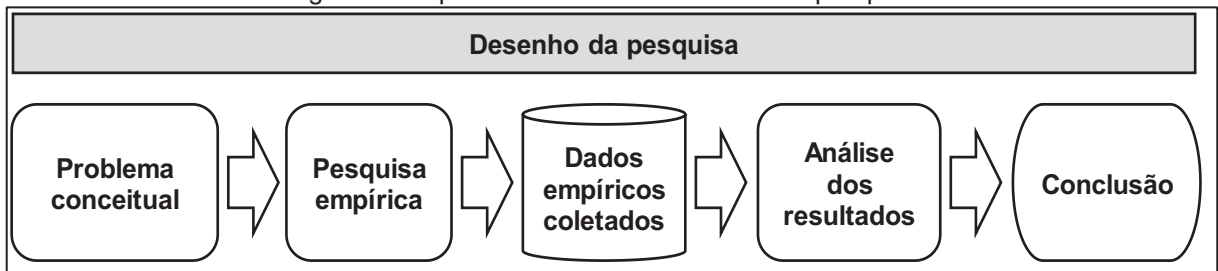
Figura 8: Etapas da condução da pesquisa qualitativa.



Fonte: O autor.

A figura 9 apresenta de forma processual as etapas de cada atividade para o desenvolvimento deste trabalho. Todos os dados provenientes da pesquisa empírica foram compilados, avaliados e discutidos.

Figura 9: Esquema de análise dos dados da pesquisa.



Fonte: O autor.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados e discutido na mesma ordem em que foram apresentados no capítulo Metodologia, ou seja, Bibliometria, Relato de Experiência e *Design Thinking*

3.1 Análise Bibliométrica na base de dados da Web of Science

A bibliometria foi utilizada para avaliar o quanto o tema está sendo estudado no meio acadêmico. A figura 10 exemplifica o início da pesquisa realizada, por meio da base de dados disponível no WOS (Web of Science) para coleta e estudo dos dados (Disponível em: <http://login.webofknowledge.com>) e utilizaram-se de três palavras-chave: *Lean* (enxuto); *Warehouse* (armazém); e *Improvement* (melhoria).

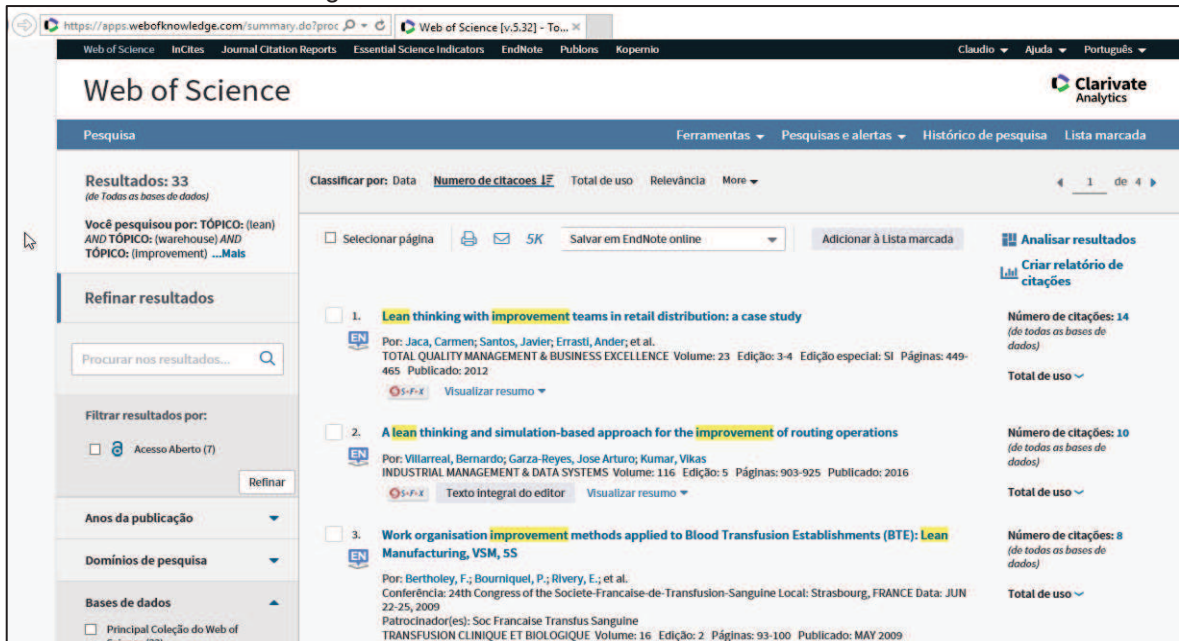
Figura 10: Pesquisa bibliométrica na base do WOS.

The screenshot displays the Web of Science search page. At the top, there's a navigation bar with links like 'Web of Science', 'InCites', 'Journal Citation Reports', etc. Below this, the 'Web of Science' logo is prominent. A search bar is visible with the text 'lean warehouse improvement' entered. To the right of the search bar, there are dropdown menus for 'Tópico' (Topic). Below the search bar, there are buttons for 'Pesquisa' (Search) and 'Dicas de pesquisa' (Search tips). At the bottom, there's a section for 'Tempo estipulado' (Specified time) with a dropdown menu set to 'Todos os anos (1945 - 2019)'.

Fonte: WOS.

A figura 11 apresenta o resultado da pesquisa, retornando 33 publicações constante na base de dados do WOS.

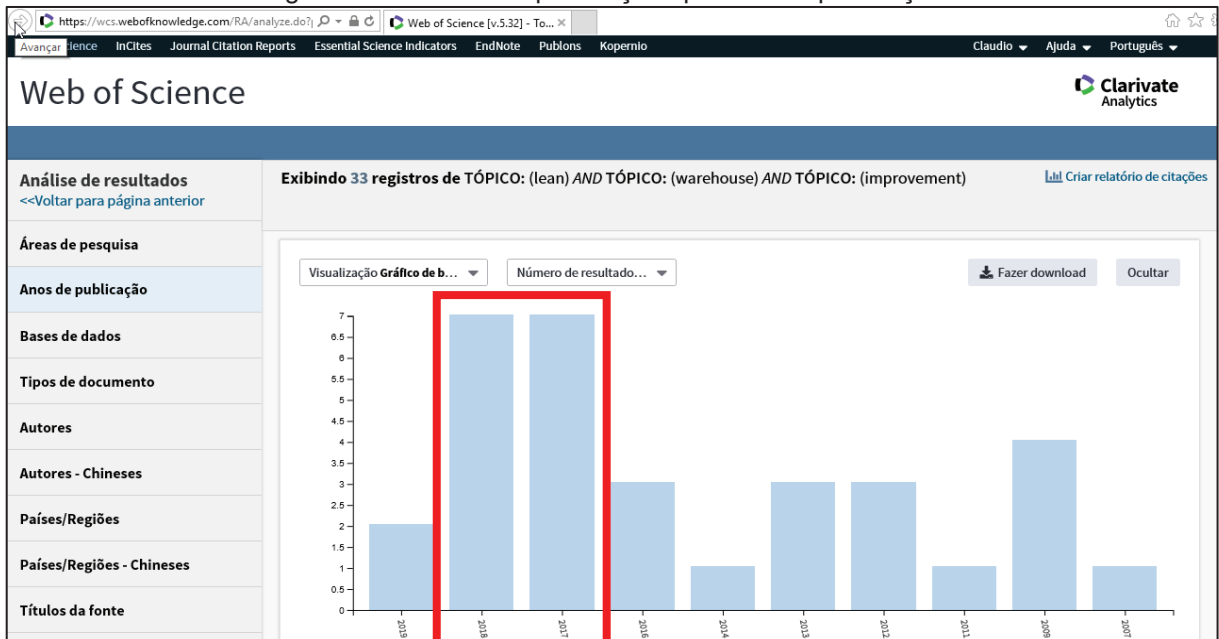
Figura 11: Resultado inicial do estudo bibliométrico.



Fonte: WOS.

Iniciou-se a análise de resultados dos 33 artigos e através da análise dos anos das publicações, adotou-se que seriam analisados apenas as publicações mais recentes, dos anos de 2017 e 2018, num total de 14 publicações. A figura 12 exemplifica o filtro aplicado.

Figura 12: Análise das publicações por ano de publicação.



Fonte: WOS.

A figura 13 apresenta o resultado das 14 publicações que serão analisadas e demonstrados na conclusão, por tipo de documento, nota-se que são 10 artigos, 7 reuniões e 1 outros.

Figura 13: Análise das publicações por tipo de documento.



Fonte: WOS.

A análise bibliométrica, além de justificar o *gap* (lacuna) de pesquisa explorado, permitiu apreender na literatura conceitos, e no relato de experiência, a oportunidade de desenhar um *framework* para o *Lean Warehouse Management*.

O estudo bibliométrico mostrou que mesmo que o *lean* seja um assunto antigo e explorado em diversas frentes de pesquisa acadêmica, sua combinação com *warehouse* e *improvement* ainda é uma lacuna a ser explorada e desenvolvida. A tabela 1 representa o resultado obtido através da análise das 14 publicações mais recentes (2017 e 2018) de um total de 33 resultantes da pesquisa. Apenas **43%** (6/14) possuem a combinação e relacionamento direto das 3 palavras-chave, **36%** (5/14) com no mínimo duas (*lean* e *improvement*) e **21%** (3/14) não mencionou qualquer uma das três palavras-chave da pesquisa.

Tabela 1: Combinação e relacionamento direto de *lean*, *warehouse* e *improvement*.

Nr	AUTOR	PUBLICAÇÃO	ANO	LEAN	WAREHOUSE	IMPROVEMENT	%
1	Shah, Bhavin; Khanzode, Vivek	Storage allocation framework for designing lean buffers in forward-reserve model: a test case	2017	O	O	O	100%
2	Pawlyszyn, Irena	Time-driven activity based costing as a basis for undertaking lean activities	2017	O	O	O	100%
3	Ponikierska, A.; Stefaniak, R.	Manufacturing systems improvement with 5S practices	2017	O	O	O	100%
4	Sanchez-Partida, Diana; Rodriguez-Mendez, Rodolfo; Luis Martinez-Flores, Jose; Caballero-Morales, Santiago-Omar	Implementation of Continuous Flow in the Cabinet Process at the Schneider Electric Plant in Tlaxcala, Mexico	2018	O	O	O	100%
5	Abushaikh, Ismail; Salhieh, Loay; Towers, Neil	Improving distribution and business performance through lean warehousing	2018	O	O	O	100%
6	Baby, Bibin; Prasanth, N.; Jebadurai, D. Selwyn	Implementation of lean principles to improve the operations of a sales warehouse in the manufacturing industry	2018	O	O	O	100%
7	Valsangkar, Nakul P.; Eppstein, Andrew C.; Lawson, Rick A.; Taylor, Amber N.	Effect of Lean Processes on Surgical Wait Times and Efficiency in a Tertiary Care Veterans Affairs Medical Center	2017	O	X	O	67%
8	Moon, Sungkon; Xu, Shouzhi; Hou, Lei; Wu, Changzhi; Wang, Xiangyu; Tam, Vivian W. Y.	RFID-Aided Tracking System to Improve Work Efficiency of Scaffold Supplier: Stock Management in Australasian Supply Chain	2018	O	X	O	67%
9	Setiawan, D. T.; Pertiwijaya, H. R.; Effendi, U.	Implementation of lean manufacturing for frozen fish process at PT. XYZ	2018	O	X	O	67%
10	Chiasera, Annamaria; Creazzi, Elisa; Brandi, Marco; Baldessarini, Ilaria; Vispi, Cinzia	Continuous Improvement, Business Intelligence and User Experience for Health Care Quality	2018	O	X	O	67%
11	Sofianti, Tanika D.; Awibowo, Setijo; Zen, Toha; Saraswati, Triarti; Fedriansyah, Aditya R.; Mustafa, Rihan; Kurniawan, Ivan	Design of Computer Integrated Assembly Line	2018	O	X	O	67%
12	Aubrey, Charles	From Belts to Baldrige	2017	X	X	X	0%
13	Wang, Wenxiu; Peng, Yankun; Wang, Fan; Sun, Hongwei	A portable nondestructive detection device of quality and nutritional parameters of meat using Vis/NIR spectroscopy	2017	X	X	X	0%
14	Wibowo, Agus Tri; Handayani, Naniek Utami	Design Implementation of Lean Supply Chain Management: A Case Study on Loading Process of Fertilizer at PT Petrokimia Gresik Port	2017	X	X	X	0%

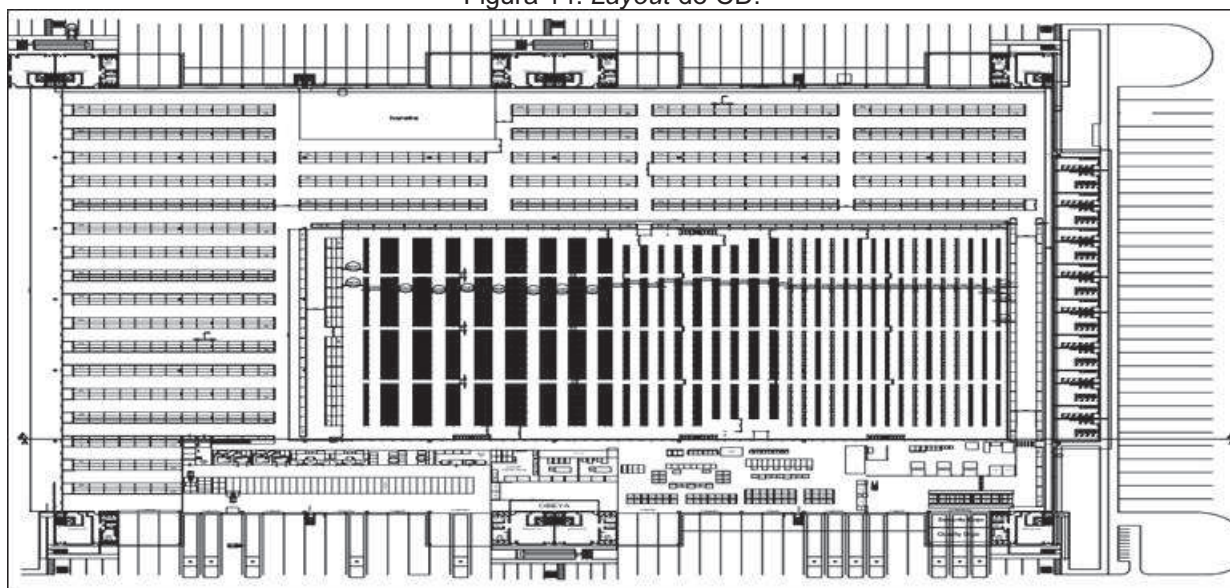
Fonte: resultado da pesquisa.

3.2 Relato de Experiência

A unidade foco do relato de experiência é uma empresa multinacional automotiva, com um total de mais de 5.000 colaboradores no Brasil em 2018, fabricante de veículos de passeio, com algumas unidades no Brasil e suas maiores operações concentradas na região sudeste, o CD (Centro de Distribuição) objeto deste estudo, localizado no interior do estado de São Paulo e instalado dentro de um condomínio logístico.

A figura 14 apresenta o *layout* do CD. Possui uma área útil de 26.200 m² e 3.800 m² de área comum, perfazendo um total de 30.000 m². O prédio é alugado, possui docas para operação na parte frontal e traseira, possibilitando caso necessário, uma operação de *cross-docking* (passagem direta).

Figura 14: *Layout* do CD.



Fonte: Acervo do autor.

Em outubro de 2018, o CD possuía 42.992 SKUs. Trata-se de um código identificador único de um produto, sua identidade é utilizada para controle do estoque (ENDEAVOR Brasil, 2017). Tal quantidade, expressa em seus multiplicadores individuais, representa aproximadamente 2.842.000 unidades. A operação é responsável pelo atendimento a 247 concessionárias no mercado interno (Brasil) e 14 distribuidores na América do Sul, América Central e Estados Unidos.

Um total de 190 colaboradores estão envolvidos nessa operação, 142 diretos e 48 indiretos (administrativos e atividades de suporte).

O objetivo é aplicar os conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) em uma operação logística de um Centro de Distribuição de Peças de Reposição, propondo-se eliminar, pela utilização da ferramenta, de todo e qualquer tipo de desperdício escondido no planejamento ou dentro da operação.

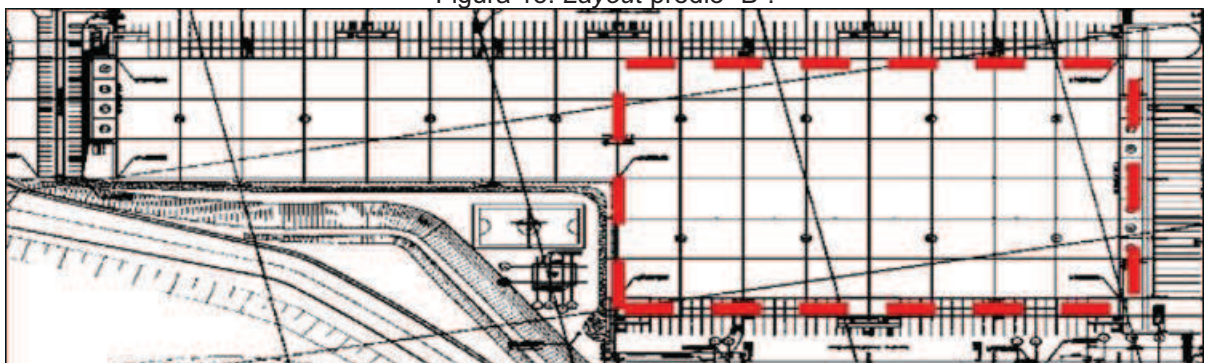
O STP é aplicado em outras afiliadas da marca, possibilitando um comparativo das operações, e o aprimoramento da sua implementação através da prática do *YOKOTEN* (palavra japonesa que traduzida de forma grosseira significa o “compartilhamento das melhores práticas em uso”).

No caso da aplicação do STP em uma operação logística, para obter-se um dimensionamento enxuto, 9 etapas foram desenvolvidas com base em uma experiência profissional bem-sucedida, no desenvolvimento e implementação de um novo CD de Partes & Peças em uma multinacional automotiva:

1) Fluxo de operação: Define o fluxo de operação ideal para o *layout* excelente e com possibilidade de uma ampliação futura. Os pilares para essa etapa foram: segurança, qualidade, produtividade, volume e custos.

O *layout* da figura 15 é o denominado prédio “B” do condomínio logístico, e o espaço demarcado em vermelho pontilhado foi a área inicialmente alocada para implementação da operação.

Figura 15: *Layout* prédio “B”.



Fonte: Acervo do autor.

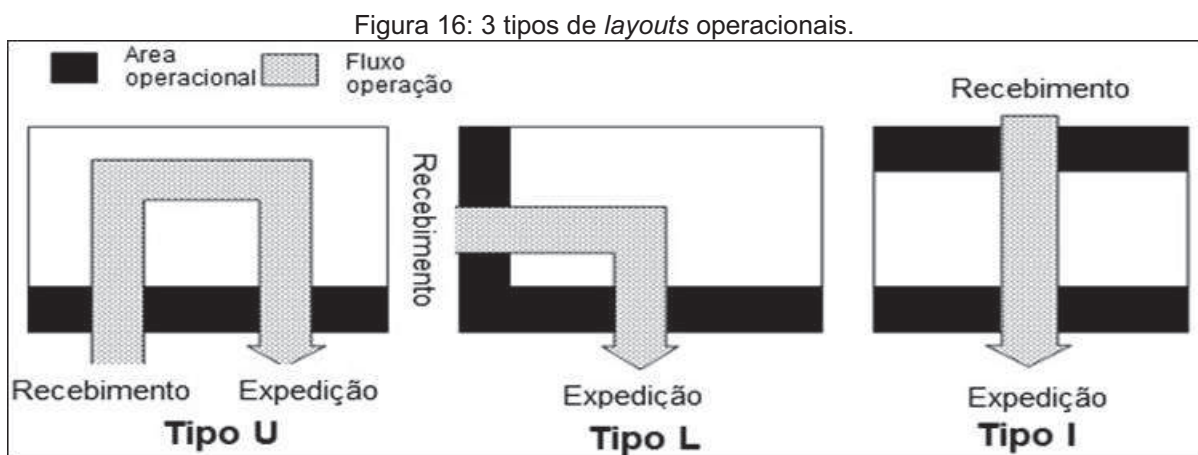
Normalmente existem 3 tipos de *layouts* a serem considerados para um desenho operacional em um CD:

Tipo “U”: as entradas e saídas são realizadas do mesmo lado;

Tipo “L”: as entradas são realizadas de um lado lateral e as saídas pelo lado frontal ou posterior;

Tipo “I”: as entradas são realizadas na parte traseira e as saídas são realizadas na parte frontal – criando um sentido único e retilíneo da operação.

A figura 16 exemplifica esquematicamente os 3 *layouts* descritos.

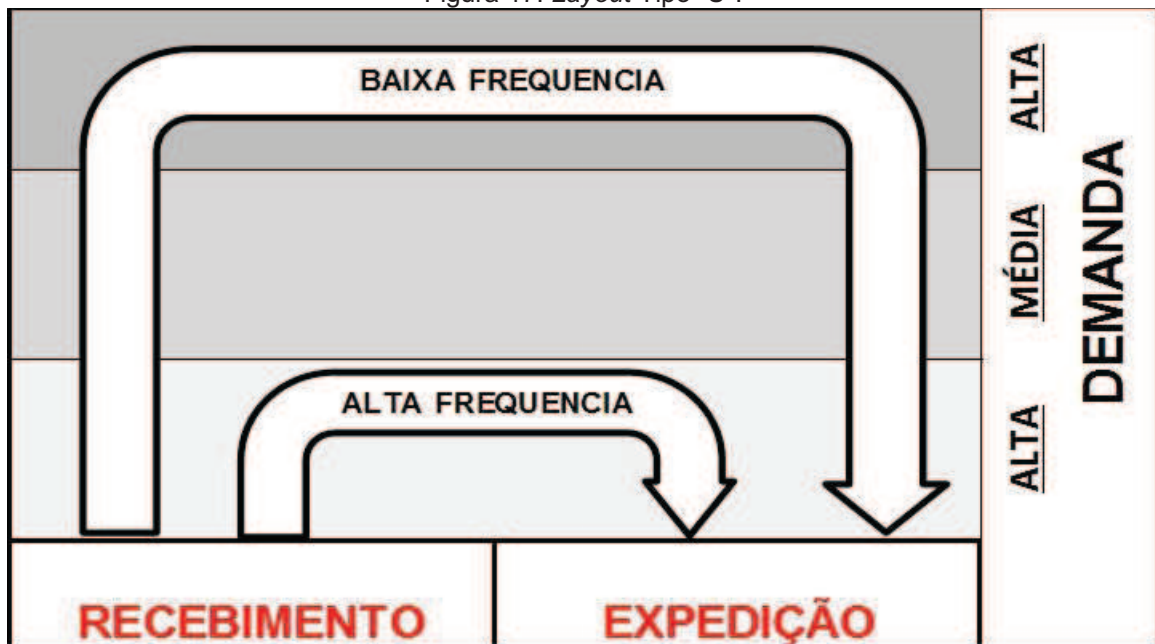


Fonte: O autor.

Após estudos internos sobre o melhor *layout* para as operações de peças de reposição, o *layout* Tipo “U” foi considerado o melhor, por fatores de curva de demanda, frequência e rotatividade dos SKU da operação. A figura 17 exemplifica o conceito Tipo “U” e a distribuição da área em zonas, de acordo com a frequência e demanda (da mais alta para a mais baixa), partindo das áreas de recebimento e expedição.

Entretanto, a manutenção constante e cíclica dos endereçamentos de cada SKU no *layout* é fundamental e necessária para um melhor aproveitamento e eficiência da operação.

Figura 17: Layout Tipo “U”.



Fonte: O autor.

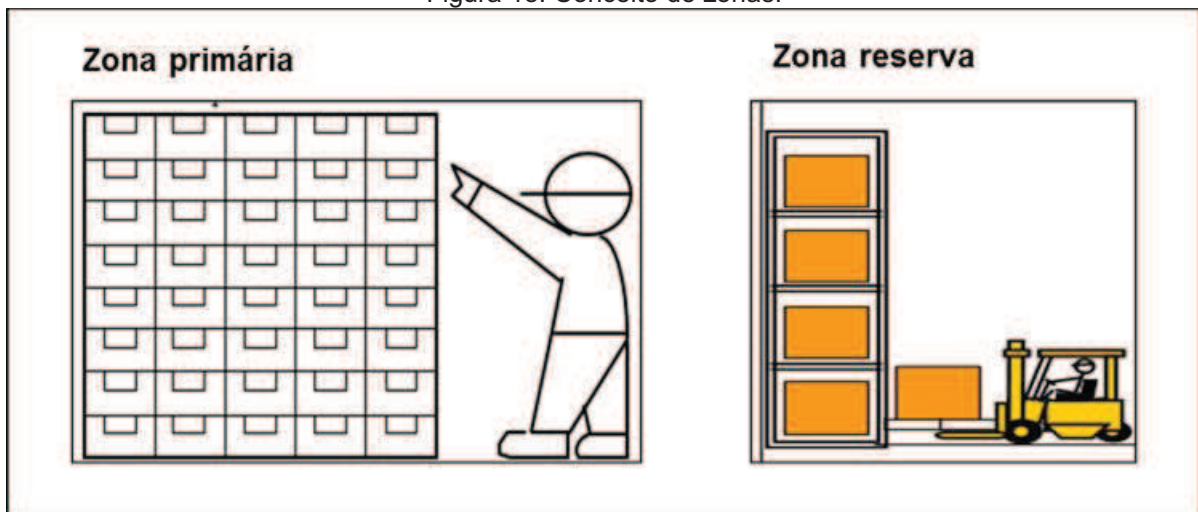
2) Cálculo do volume das peças: Define com base na dimensão e volume de cada SKU, as condições de armazenamento para um melhor aproveitamento das áreas; a zona primária (*picking*) e reserva (armazenagem).

Zona primária: são as prateleiras onde os operadores realizam as operações de “*picking*” dos SKUs;

Zona reserva: são porta-paletes montados para armazenar caixas fechadas contendo SKUs e o manuseio somente é possível com auxílio de empilhadeiras.

A figura 18 demonstra de forma simples as diferenças físicas de cada tipo de locação, no conceito de zona primária apenas SKUs disponíveis para separação (espécie de supermercado) e zona reserva onde os estoques estão armazenados.

Figura 18: Conceito de zonas.



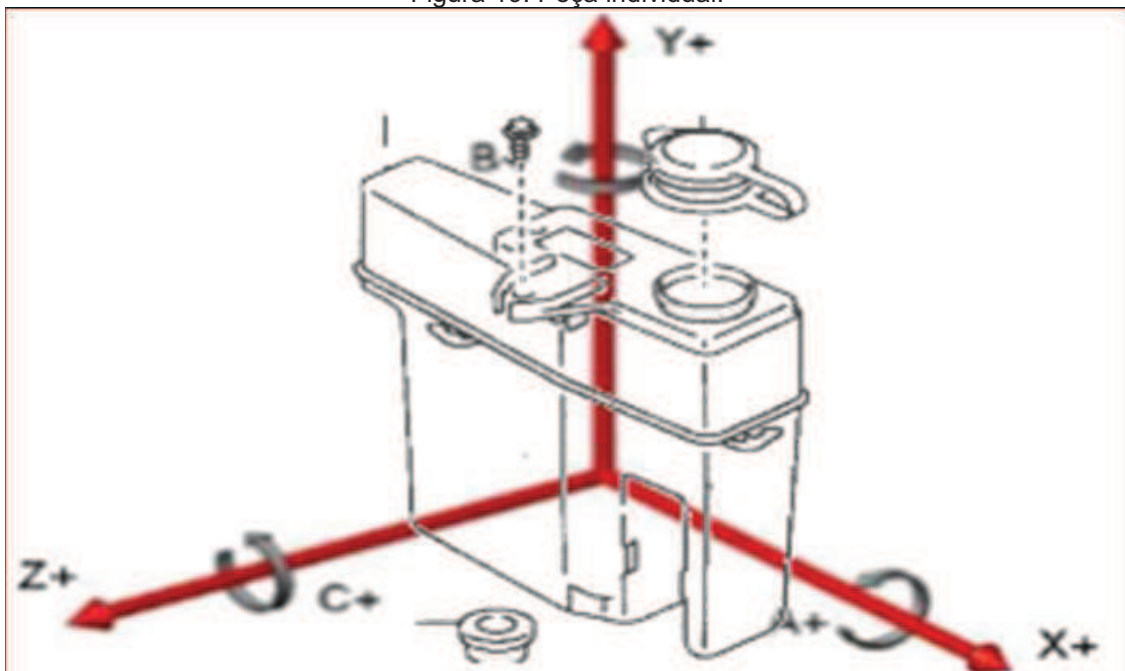
Fonte: O autor.

Foram realizadas três atividades principais para definir as condições de armazenamento:

a) Dimensionamento e pesagem de cada SKU existente no armazém:

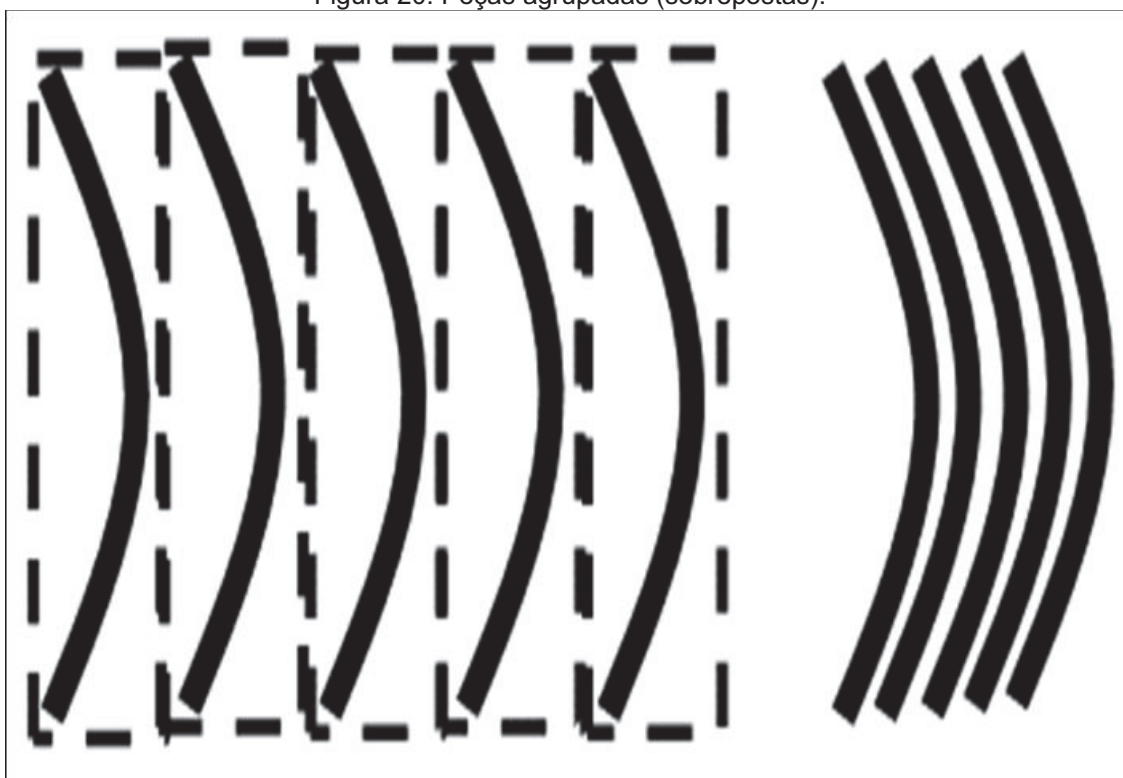
100% dos SKUs foram dimensionados e pesados para uma melhor acuracidade dos dados com base em dados reais ao invés do sistema. As figuras 19 e 20 exemplificam como foram dimensionados, individualmente ou agrupados (para aqueles formatos que permitem um armazenamento por sobreposição).

Figura 19: Peça individual.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 20: Peças agrupadas (sobrepostas).



Fonte: Acervo do autor.

b) Classificação dos SKU por seu tipo de embalagem e material:

todos os SKUs durante o processo de medição e pesagem foram classificados por seu tipo de material e tipo de embalagem para armazenamento. Após análise dos 42.992 SKUs o resultado obtido está apresentado nas tabelas 2 e 3. A tabela 2 apresenta a classificação por tipo de material de construção, sendo 67% do total são constituídos por aço (38%) e plástico (29%); a tabela 3 apresenta a classificação por tipo de embalagem, ou seja, qual o tipo de material que o SKU está acondicionado, sendo 66% do total são filme plástico (47%) e caixa de papelão (19%).

Tabela 2: SKU por tipo de material.

TIPO DE MATERIAL	SKU	%
	42.992	100%
Aço	16.208	38%
Plástico	12.289	29%
Outros	7.934	18%
Borracha	4.147	10%
Tecido	744	2%
Vidro	656	2%
Espuma	589	1%
Papel	425	1%

Fonte: Acervo do autor.

Tabela 3: SKU por tipo de embalagem.

TIPO EMBALAGEM	SKU	%
	42.992	100%
Filme plástico	19.994	47%
Caixa papelão	8.331	19%
Sem embalagem	7.692	18%
Plástico bolha	4.280	10%
Outros	1.396	3%
Cartonagem	1.299	3%

Fonte: Acervo do autor.

c) **Definição do estoque com base no estoque atual:** considerou-se com base na quantidade total de SKU existentes no armazém e com base no OH (*On Hand* = SKU no armazém), onde:

OH = SSdem + SSIt + Bin, sendo:

OH (*On Hand*): SKU no armazém;

SSdem (*Safety Stock for Demand*): estoque de segurança para cobrir flutuação da demanda;

SSIt (*Safety Stock for Lead Time*): estoque de segurança para cobrir flutuação de tempo de fornecimento desde a colocação do pedido até o recebimento;

Bin (*Day of Binning*): consiste em 1 dia de estoque para cobrir o tempo de operação interna do armazém, desde o recebimento até sua disponibilidade.

Após as devidas análises de todos os SKUs e suas respectivas quantidades de peças, chegou-se à conclusão de duas classificações do estoque:

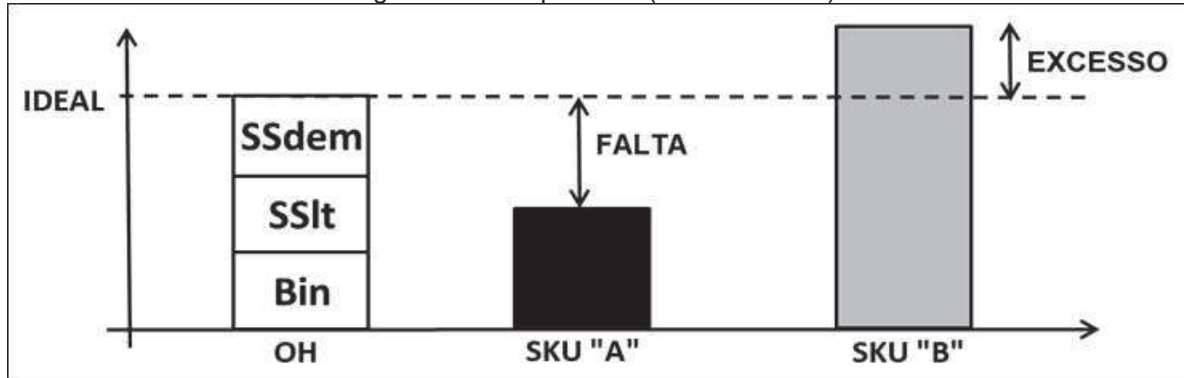
Falta: SKU que possui um estoque MENOR que o ideal;

Excesso: SKU que possui em estoque uma quantidade MAIOR que o ideal.

A figura 21 demonstra graficamente o comparativo entre o estoque IDEAL, que seria o total de peças para cobrir 1 dia de operação + estoque de segurança por

tempo de fornecimento + estoque de segurança pela flutuação da demanda, e os SKUs com FALTA ("A") ou EXCESSO ("B") de peças.

Figura 21: Estoque ideal (OH - On Hand).

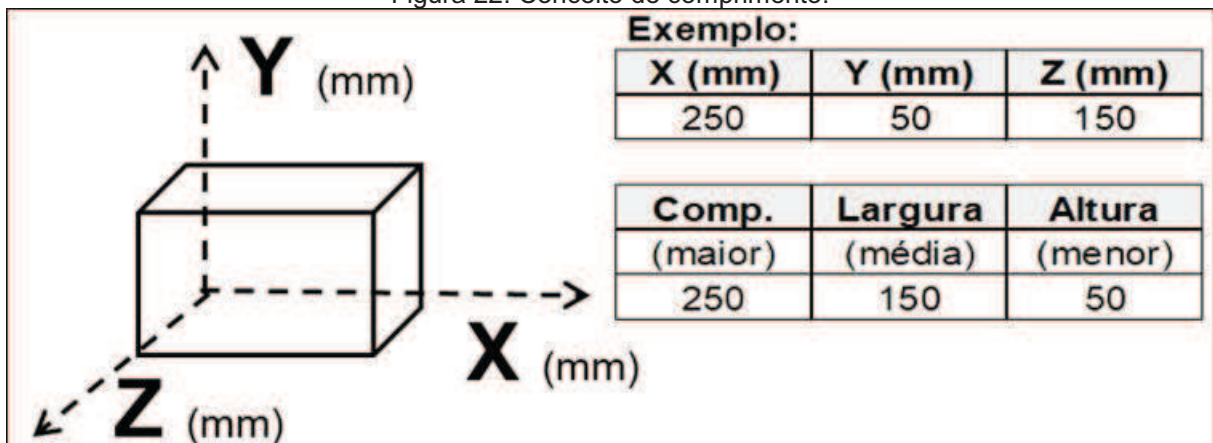


Fonte: Acervo do autor.

3) Definição do tamanho dos SKUs e sua classificação (mínimo, pequeno, médio e grande): Define o tamanho de cada SKU (dimensões) e seus intervalos de tamanho (classificação por intervalos de tamanho) para uma melhor distribuição e dimensionamento das operações.

De acordo com o acervo do autor, para definir o tamanho de um SKU, o primeiro passo a ser definido é o comprimento, e após isso definem-se os intervalos de tamanho (pequeno, médio e grande), a figura 22 exemplifica o conceito descrito.

Figura 22: Conceito de comprimento.



Fonte: Acervo do autor.

Com base nas atividades de dimensionamento padrão, montou-se um quadro com base nos intervalos de tamanho predefinidos. Definiu-se dividir a classificação PEQUENA (0mm ~ 300mm) do padrão anterior em 2 classes: MÍNIMA (0mm ~

150mm) e PEQUENA (150mm ~ 300mm), pois 38% dos SKU possuíam até 150mm de comprimento e obter um melhor dimensionamento da operação

A figura 23 apresenta o resultado com suas respectivas classificações e quantidades definidas para cada classe: anteriormente existiam 3 classificações por intervalo de tamanho (pequena, média e grande) e passou a existir 4 classificações (mínima, pequena, média e grande).

Figura 23: Classificação dos SKU por tamanho.

INTERVALO (mm)	QTD SKU	%	INTERVALO (mm)	CLASSIFIC. INICIAL	%	INTERVALO (mm)	CLASSIFICAÇÃO FINAL	QTD SKU	%
0 ~ 50	4.825	11%	0 ~ 50	PEQUENA	61%	0 ~ 50	MÍNIMA	16.550	38%
50 ~ 100	5.756	13%	50 ~ 100			50 ~ 100			
100 ~ 150	5.969	14%	100 ~ 150			100 ~ 150			
150 ~ 200	4.142	10%	150 ~ 200			150 ~ 200	PEQUENA	9.532	22%
200 ~ 300	5.390	13%	200 ~ 300	MÉDIA	27%	200 ~ 300			
300 ~ 400	3.388	8%	300 ~ 400			300 ~ 400	MÉDIA	10.836	25%
400 ~ 500	2.700	6%	400 ~ 500			400 ~ 500			
500 ~ 600	2.139	5%	500 ~ 600			500 ~ 600			
600 ~ 700	1.545	4%	600 ~ 700			600 ~ 700			
700 ~ 800	1.064	2%	700 ~ 800			700 ~ 800	GRANDE	6.074	14%
800 ~ 900	751	2%	800 ~ 900			800 ~ 900			
900 ~	5.323	12%	900 ~	GRANDE	12%	900 ~			
TOTAL SKU:	42.992	100%			100%			42.992	100%

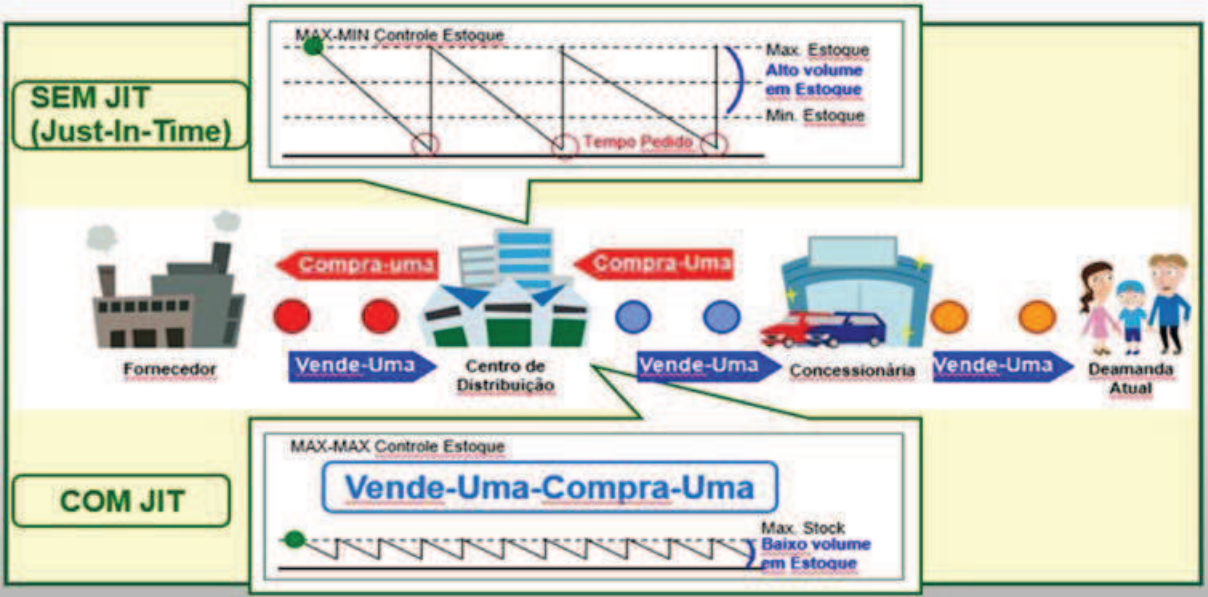
Fonte: Acervo do autor.

4) Definição do tamanho da locação primária baseado na demanda e volume: Define conceitos para cálculo ideal do tamanho das locações primárias de cada SKU, e obter um dimensionamento “enxuto”.

O conceito ideal de armazenagem deve-se respeitar um fluxo de pedidos e demandas diárias, para um melhor controle da flutuação do estoque. Um dos conceitos enxuto foi a aplicação do conceito VENDE-UMA-COMPRA-UMA, com lotes pequenos de fornecimento e alta frequência de entrega.

A figura 24 ilustra o conceito VENDE-UMA-COMPRA-UMA e o comparativo de dois processos (um com JIT e outro sem JIT), mostrando os possíveis efeito no estoque.

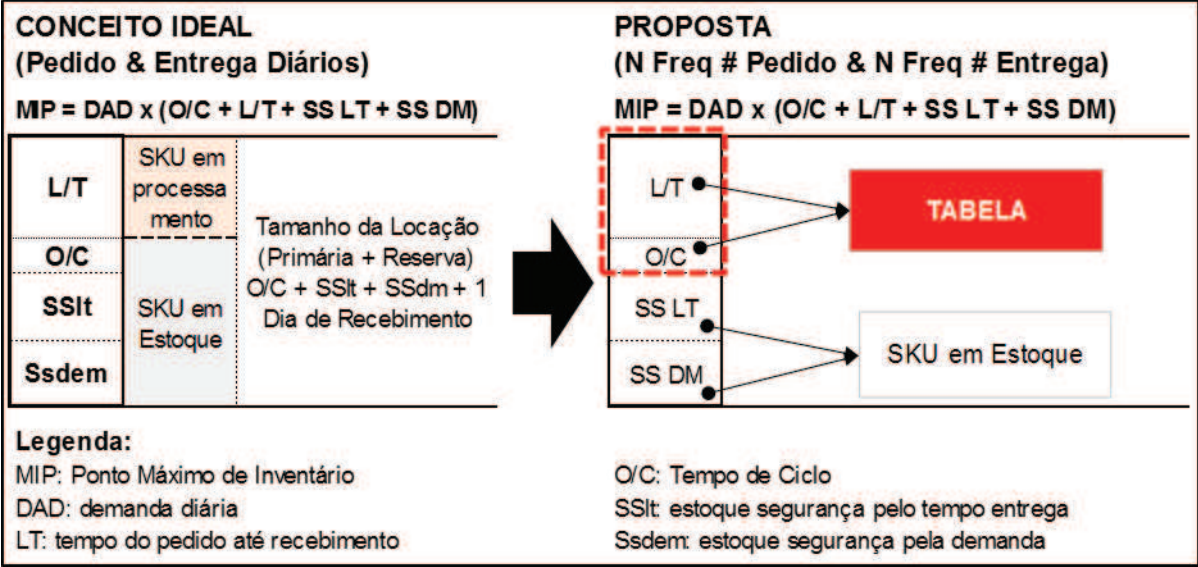
Figura 24: Conceito enxuto VENDE-UMA-COMPRA-UMA.



Fonte: Acervo do autor.

Baseou-se no conceito ideal para o desenvolvimento de um critério que pudesse ser o mais próximo do enxuto, pois a aplicabilidade do conceito VENDE-UMA-COMPRA-UMA para alguns SKU fica praticamente impossível. A figura 25 demonstra o comparativo do conceito ideal x proposta desenvolvida.

Figura 25: Conceito de estoque ideal x proposta.

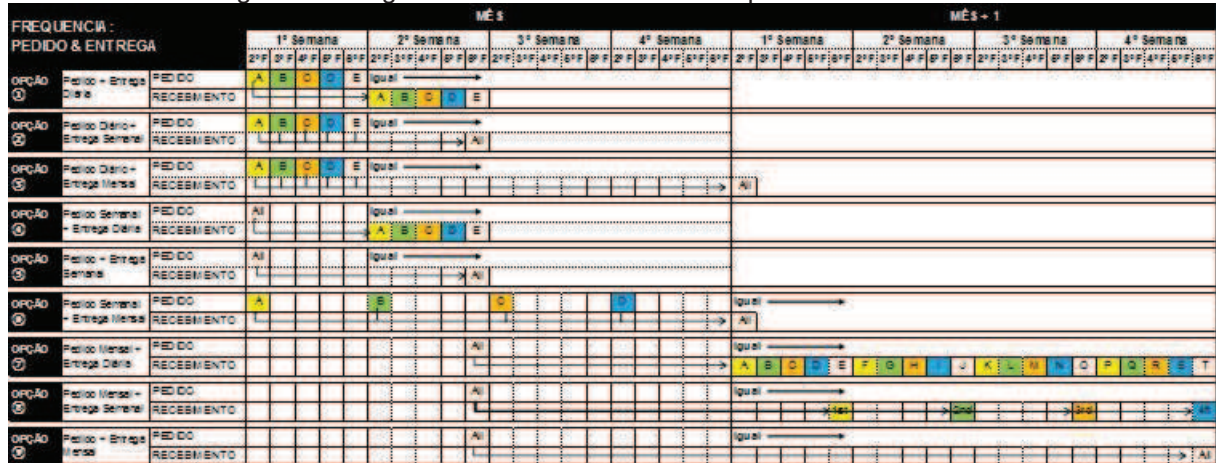


Fonte: Acervo do autor.

Com base na proposta apresentada, de segregar os parâmetros de L/T (tempo do pedido até o abastecimento) e O/C (tempo de ciclo), um diagrama de frequência (Pedido x Entrega) foi desenvolvido.

A figura 26 apresenta nove opções de diagrama de abastecimento, resultado da combinação três vezes três (diário, semanal e mensal) do pedido e recebimento.

Figura 26: Diagrama de abastecimento base pedido e recebimento.



Fonte: Acervo do autor.

Com base nas 9 opções apresentadas na figura 26, os parâmetros necessários para cálculos de armazenagem baseados nas frequências de pedidos e recebimentos, resumiu-se conforme a figura 27.

Figura 27: Parâmetros para cálculo de armazenagem.

PARÂMETROS DE ARMAZENAGEM	OPÇÃO 1	OPÇÃO 2	OPÇÃO 3	OPÇÃO 4	OPÇÃO 5	OPÇÃO 6	OPÇÃO 7	OPÇÃO 8	OPÇÃO 9
	Pedido + Entrega Diária	Pedido Diário + Entrega Semanal	Pedido Diário + Entrega Mensal	Pedido Semanal + Entrega Diária	Pedido + Entrega Semanal	Pedido Semanal + Entrega Mensal	Pedido Mensal + Entrega Diária	Pedido Mensal + Entrega Semanal	Pedido + Entrega Mensal
SS L/T (Dias)	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SS D/M (Dias)	●	●	●	●	●	●	●	●	●
O/C (Dias)	●	●	●	O/C (CICLO DO PEDIDO) - NÃO DEVE SER CONSIDERADO					
1 Dia da Demanda (Qtd)	NÃO CONSIDERAR - suprido pelo O/C			●	●	●	●	●	●
Frequência Recebimento (Dias)	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Fonte: Acervo do autor.

E definiu-se a regra final para dimensionamento das locações primárias por classe de intervalos de tamanhos base demanda.

A figura 28 resume os parâmetros necessários a serem considerados por classe de tamanho e considerações finais a respeito do excesso que serão armazenados na zona reserva.

Figura 28: Regra para cálculo e dimensionamento da primária base tamanho do SKU.

CARACTERÍSTICA SKU		ALTO GIRO (ALTA DEMANDA)		BAIXO GIRO (BAIXA DEMANDA)	
		DIAS PRIMARIA	DIAS RE SERVA	DIAS PRIMARIA	DIAS RE SERVA
MÍNIMA	150 mm	(O/C + SSIt + SSdem)	EXCESSO	ESTOQUE TOTAL	
PEQUENA	150 ~ 300 mm	(O/C + SSIt + SSdem)	EXCESSO	ESTOQUE TOTAL	
MEDIA	300 ~ 800 mm	(Tempo Process Interno + Frequencia Recebimento + 1 Dia da Demanda)	SSdem + SSIt + EXCESSO	2	EXCESSO
GRANDE	> 800 mm	(Tempo Process Interno + Frequencia Recebimento + 1 Dia da Demanda)	SSdem + SSIt + EXCESSO	2	EXCESSO

1 Dia da Demanda: avaliar a quantidade do pedido diário.

Fonte: Acervo do autor.

Os SKUs classificados como especiais, pela sua forma, dimensão, peso, ou aqueles em excesso ou necessitam de uma locação primária especial, devem ser tratados individualmente cada qual com suas características.

5) Cálculo de ineficiência nas locações primarias e reservas: Define um percentual adicional a ser considerado na dimensão de cada locação para viabilizar a movimentação dos SKU nas operações diárias.

Consideraram-se 3 fatores para cálculo do adicional:

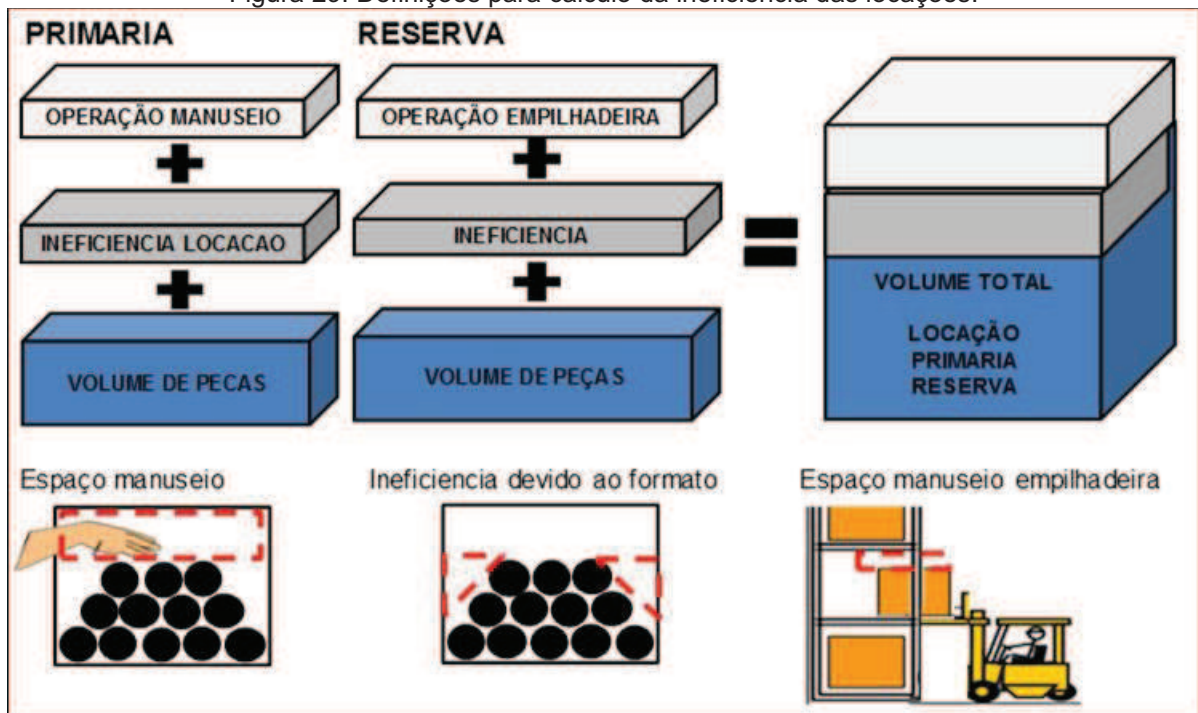
Volume das peças: volume teórico a ser ocupado com base nas dimensões (por SKU) e quantidades determinadas;

Ineficiência devido ao formato: devido os SKU não possuírem um formato padrão, necessário adotar uma tolerância para perda da eficiência da locação;

Ineficiência devido ao manuseio (primária ou reserva): espaço necessário para manuseio dos volumes, sendo manuseio manual ou mecânico.

A figura 29 exemplifica as definições adotadas.

Figura 29: Definições para cálculo da ineficiência das locações.



Fonte: Acervo do autor.

Especificamente para este trabalho, adotaram-se 20% o mínimo a considerar no cálculo da ineficiência, e que para alguns SKU em específico, esse percentual poderá ser maior ou menor, de acordo com suas características.

6) Definição do fator de flutuação da demanda e novos projetos: Define um percentual de fator de tolerância para absorver flutuação da demanda e novos projetos. Muito importante um dimensionamento enxuto para toda a especificação, entretanto, uma determinada tolerância deverá ser adotada.

Definiram-se adicionais de:

15% para manutenção das locações e KAIZEN (melhorias): locações vazias necessárias para movimentar SKUs e realizar melhorias;

20% para introdução de novos SKUs: locações vazias necessárias para absorver novas demandas (novos projetos);

7% para reposição de estoque dos SKUs com estoque zerado: locações vazias necessárias para armazenar peças que possuem demanda, mas no período do dimensionamento estavam em falta no estoque.

Conclui-se que o adicional a ser considerado no cálculo final do dimensionamento das locações devem ser:

Quantidade de locações primárias: $a) + b) + c) = 42\%$

Quantidade de locações reservas: $a) + b) = 35\%$

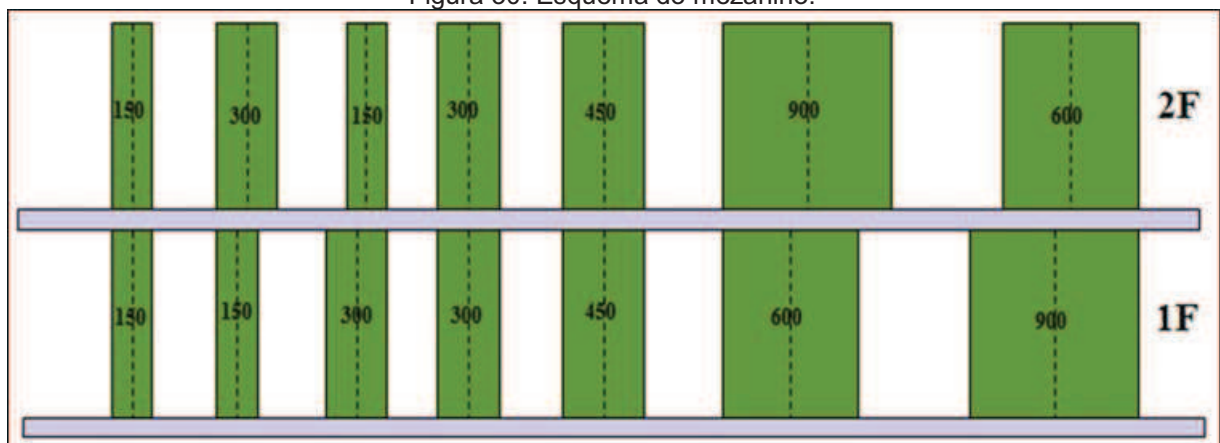
7) Definição do uso e conceito de construção de um mezanino: Define o melhor conceito de mezanino para a operação, e os pilares foram:

Redução da área operacional e custos;

Flexibilidade.

Base nos 2 pilares: definiu-se que o mezanino construído teria flexibilidade apenas nas prateleiras do nível superior (2F), as colunas do piso inferior (1F) suportaria a estrutura do segundo piso. A figura 30 apresenta a construção.

Figura 30: Esquema do mezanino.

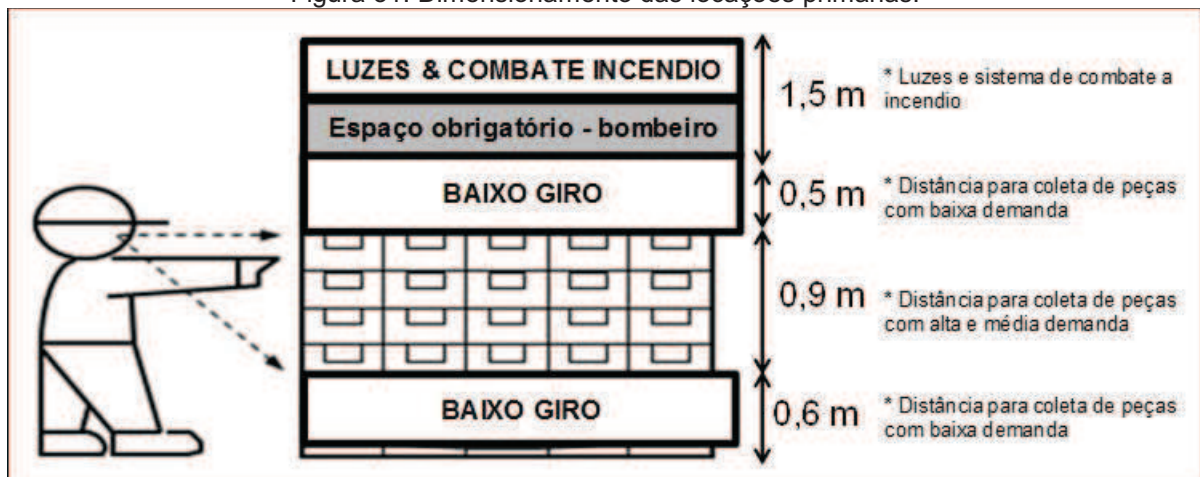


Fonte: Acervo do autor.

8) Definição da altura máxima de armazenamento na área de locações primárias: Define alturas máximas de trabalho para uma operação produtiva e ergonômica.

A figura 31 ilustra os padrões definidos: SKUs de baixo giro (baixa demanda) ficarão de 0m até 0,6m e entre 1,5m a 2m do solo; SKUs de alto giro (maior demanda) entre 0,6m e 1,5m do solo.

Figura 31: Dimensionamento das locações primárias.



Fonte: Acervo do autor.

9) Definição do tamanho dos corredores operacionais: Define a largura dos corredores operacionais para as áreas primárias e reserva. Atividade de extrema importância para um melhor aproveitamento da área ocupada e aumento da produtividade.

Área primária: considerou-se para essa área o operador com os carrinhos de abastecimento e separação. Resultaram corredores conforme a figura 32.

Figura 32: Dimensionamento de corredores das zonas primárias.

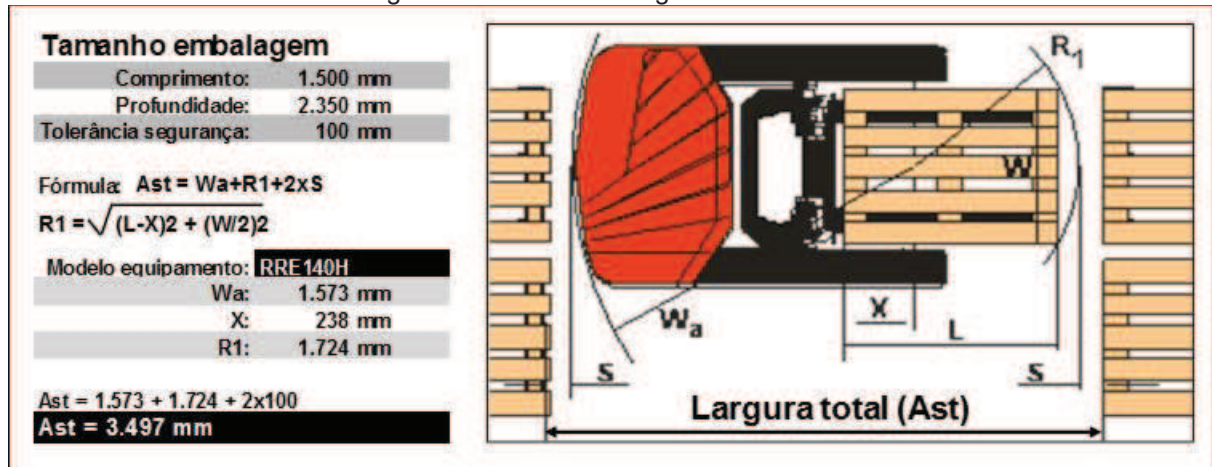
	PEÇAS GRANDES	PEÇAS MÉDIAS	PEÇAS PEQUENAS
CORREDOR PICKING	<p>Especificação do carrinho para peça grande</p> <p>0,9 m</p> <p>0,15 m 0,15 m 0,15 m</p> <p>TOTAL: 2,25 m</p>	<p>Especificação do carrinho para peça grande</p> <p>0,8 m</p> <p>0,15 m 0,15 m 0,15 m</p> <p>TOTAL: 2,05 m</p>	<p>Especificação do carrinho para peça grande</p> <p>0,6 m</p> <p>0,15 m 0,15 m 0,15 m</p> <p>TOTAL: 1,85 m</p>
CORREDOR PASSAGEM	<p>0,15 m 0,9 m 0,15 m</p> <p>*max dimensão embalagem</p> <p>TOTAL: 1,2 m</p>	<p>0,15 m 0,8 m 0,15 m</p> <p>Especificação do carrinho para peça grande</p> <p>TOTAL: 1,1 m</p>	<p>0,15 m 0,7 m 0,15 m</p> <p>Especificação do carrinho para peça grande</p> <p>TOTAL: 1,0 m</p>

Fonte: Acervo do autor.

Área reserva: considerou-se para essa área o mínimo necessário para o giro do equipamento de movimentação (empilhadeira), e no estudo em questão, foi adotado como equipamento operacional, a empilhadeira retrátil do fabricante TMHM (Toyota Material Handling Mercosur) e modelo RRE140H.

Considerou-se o pior caso de movimentação com o maior dimensional de embalagem existente, utilizando-se dados fornecidos pelo fabricante, resultando em um corredor de 3.497 mm, conforme a figura 33.

Figura 33: Cálculo da largura do corredor.



Fonte: Acervo do autor.

A operação logística de peças de reposição caracteriza-se por sua alta rotatividade e flutuação da demanda, vinculados a alguns fatores, destacando-se:

- ✓ Lançamento ou mudança de produtos;
- ✓ Sazonalidade;
- ✓ Fatores mercadológicos e região.

Com essas condições, o gerenciamento e controle do estoque é de suma importância para a operação com o objetivo de manter o nível de atendimento aos clientes em um alto patamar, e otimizar recursos na operação do CD, como área, equipamento e mão-de-obra.






O controle do estoque de SKUs é sustentado pela Logística JUST-IN-TIME, sendo seu elemento básico a frequência de pequenos pedidos e entregas constantes. Para isso, se faz necessário a utilização de conceitos básicos:

Conceito Vende-Um-Compra-Um: baseia-se no conceito que um item somente será comprado, após essa mesma unidade de estoque ser vendida, conforme mencionado na figura 24;

Alta frequência de reposição de estoque: assegurando a aplicação do conceito “Vende-Um-Compra-Um”, uma das pré-condições é a reposição do estoque

em alta frequência por meio da reposição de pedidos diários, assegurando-se que todos os clientes tenham a entrega diária, fator fundamental para que fosse aplicado a alta frequência de reposição de estoque, conforme figura 34.

Figura 34: Frequência para reposição do estoque e atendimento.

Atividades		Seg	Ter	Qua	Qui
Distribuidor	Venda				
	Pedido				

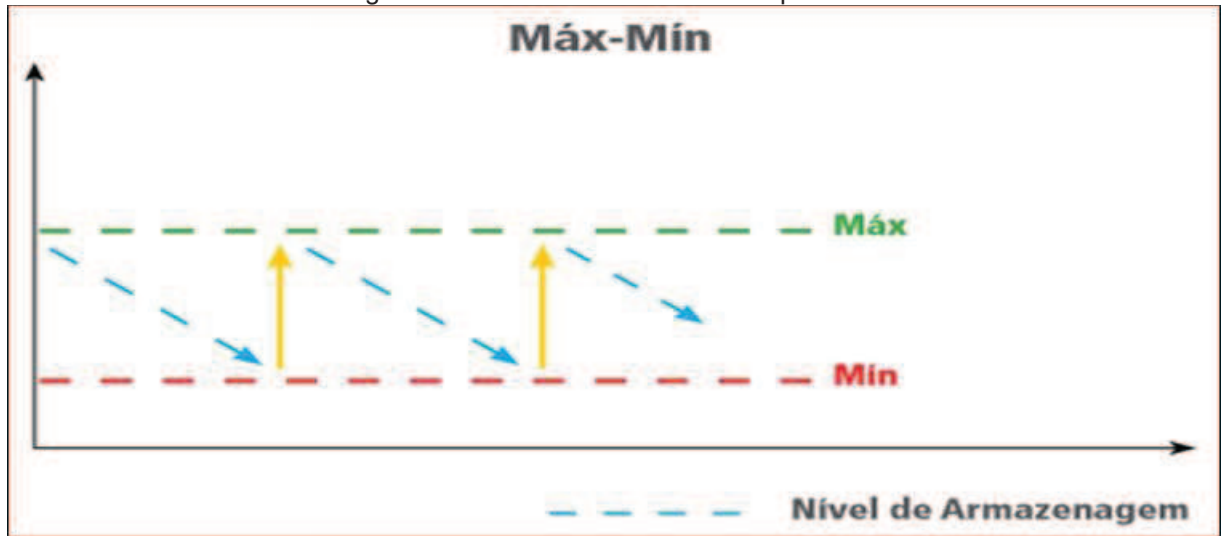
Fonte: Acervo do autor.

Conceito de controle de estoque MÁX-MÁX (Máximo - Máximo): o controle de estoque Máx. - Máx. (máximo - máximo) assegura que o distribuidor trabalhe com uma quantidade específica pré-determinada de estoque para cada SKU.

Para entender melhor qual o significado de um controle de estoque Máx. – Max, realizou-se uma comparação de Controle de Inventário Máx-Mín (Máximo - Mínimo) e Máx-Máx (Máximo - Máximo).

Com o controle de estoque Máx.-Mín. (Máximo - Mínimo), a reposição de estoque somente aconteceu após um determinado nível fixo de vendas, resultando em pedidos de lotes grandes e níveis mais altos de estoque de segurança, exemplificado na figura 35.

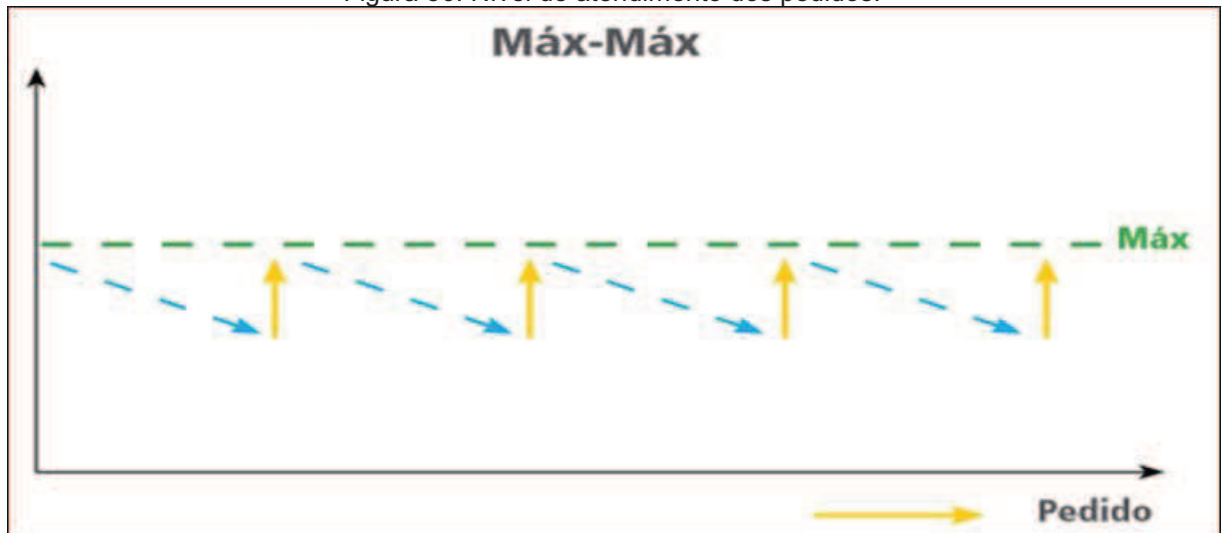
Figura 35: Nível de atendimento dos pedidos.



Fonte: Acervo do autor.

Com o controle de inventário Máx. - Máx. (Máximo - Máximo), a reposição de estoque acontece sempre que um SKU é vendido, permitindo redução nos estoques de segurança e por consequência nos estoques dos clientes e do CD, exemplificado na figura 36.

Figura 36: Nível de atendimento dos pedidos.



Fonte: Acervo do autor.

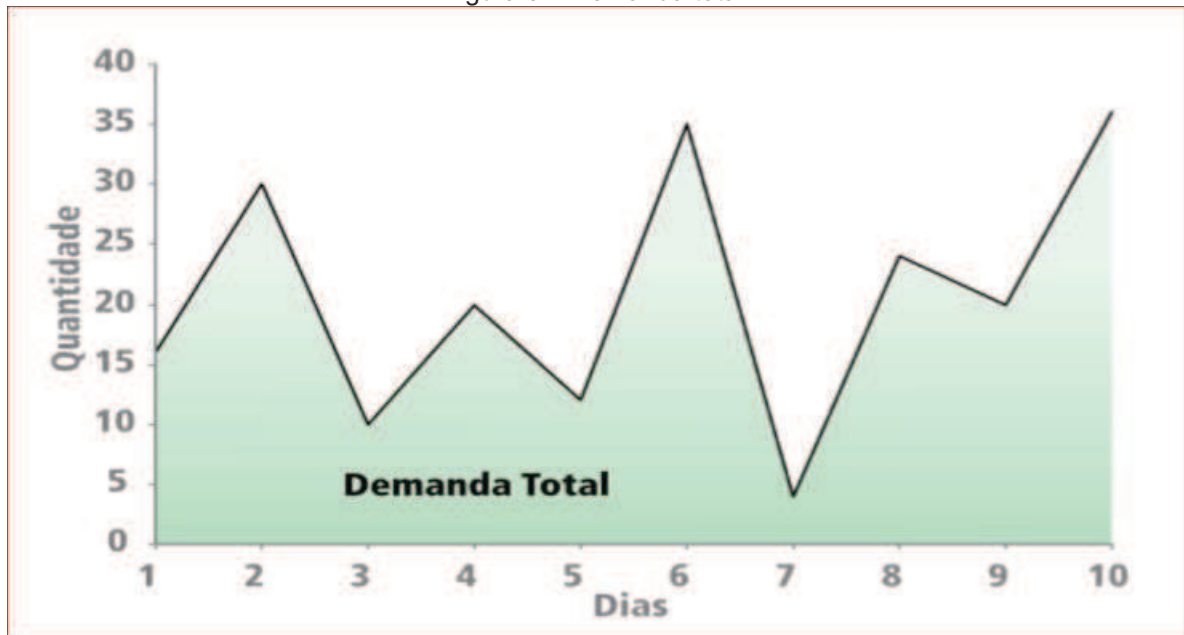
Nivelamento dos pedidos: a obtenção de um nível estável de pedidos sem flutuações que impactam no planejamento, resulta em um fluxo estável na cadeia de abastecimento, permitindo operações padronizadas e eficientes.

Para obter um padrão estável de pedidos, a identificação da demanda criada (demanda pontual) se faz importante, pois:

- Gera flutuações nas operações e essas variações aumentam os níveis de estoque, utilizam mais espaço e mão-de-obra;
- São responsáveis por grande parte da variação da demanda total.

A figura 37 exemplifica a demanda total recebida durante 10 dias e a flutuação diária desses pedidos.

Figura 37: Demanda total.



Fonte: Acervo do autor.

A figura 38 exemplifica a quebra dessa demanda total e uma grande parte da demanda total é representada pela demanda criada.

Figura 38: Demanda criada e real.



Fonte: Acervo do autor.

A partir do momento que se classifica a demanda e identifica a variação na demanda real, foi necessário trabalhar o nivelamento dos pedidos que a compõem, permitindo-se o nivelamento dos pedidos.

Política de estoque: uma política de estoque é composta por um conjunto de regras, métodos e fórmulas que orientam a variedade e quantidade de itens para que sempre aumente a capacidade de atendimento.

Identificaram-se dois métodos principais para compor a política de estoque:

Método tradicional: o aumento na capacidade de fornecimento ocorre com o aumento do estoque, necessitando de mais espaço e mão-de-obra. Esse método reduz a eficiência das operações, aumentando os custos e diminuindo a lucratividade, e o valor do estoque se torna um problema;

Método JUST-IN-TIME: o aumento na capacidade de fornecimento ocorre com a redução nos volumes e aumento da variedade de SKUs em estoque, reduz a necessidade de espaço e mão-de-obra. Esse método aumenta a eficiência das operações, diminuindo custos e aumentando a lucratividade.

A figura 39 exemplifica o método tradicional, aumenta-se o estoque para aumentar o nível de atendimento; a figura 40 exemplifica o método JIT, reduz-se o estoque e aumenta-se a capacidade de atendimento.

Figura 39: Método tradicional.



Fonte: O autor.

Figura 40: Método JUST-IN-TIME.



Fonte: O autor.

Ciclo de vida de uma peça: Define a frequência de venda para identificar em que estágio de vida o SKU se encontra e a frequência é a quantidade de vezes que um consumidor buscou adquirir um SKU. Utilizou-se essa definição e determinaram-se os seguintes estágios da vida de uma peça:

- i. Incorporar um SKU no estoque;
- ii. Descontinuar um SKU do estoque;
- iii. Manter um SKU no estoque.

A figura 41 exemplifica uma curva normal que representa o ciclo de vida de um SKU, desde o nascimento (incorporação do SKU ao estoque) até a morte (descontinuação do SKU).

Figura 41: Ciclo de vida de uma peça.



Fonte: Acervo do autor.

- i. **Incorporar um SKU no estoque:** um SKU foi considerado incorporado no estoque, se apresentou o seguinte perfil de frequência:

Seis frequências ou mais nas últimas vinte e quatro semanas (seis meses)

Ou seja, se um SKU teve histórico de seis movimentações ou mais nas últimas vinte e quatro semanas, foi considerado incorporado e passando a ser mantido no estoque.

- ii. **Descontinuar um SKU do estoque:** um SKU foi considerado descontinuado do estoque, e apresentou o seguinte perfil de frequência:

Menos que seis frequências nas últimas vinte e quatro semanas (seis meses)

Ou seja, se nas últimas vinte e quatro semanas um SKU não atingiu um histórico de pelo menos seis movimentações, foi considerado descontinuado e não foi mantido no estoque.

- iii. **Manter um SKU no estoque**: a partir da incorporação do SKU no estoque, o perfil de demandas de cada SKU foi acompanhado para determinar pedido e frequência dos SKU mantidos no estoque. Para isso, utilizou-se de uma técnica específica:

Classe de Controle de Inventário (ICC = *Inventory Control Class*): elaborada com base em:

- ✓ Classes de demanda (quantidade de SKU vendidos);
- ✓ Classes de frequência (vezes que o SKU é vendido);
- ✓ Período sem venda de cada SKU.

A figura 42 exemplifica o formato utilizado para coleta de dados de cada SKU incorporado ao estoque e determinar a sua Classe de Controle de Inventário.

Figura 42: Listagem para levantamento dos SKU em estoque.

LISTAGEM DAS PEÇAS EM ESTOQUE										
Itens		Número da Peça	Nome da Peça	Localção	Demanda das Últimas 24 Semanas	Frequências das Últimas 24 Semanas	Dias sem Venda	Classe de Demanda	Classe de Frequência	Classe de Controle de Inventário (ICC)
Quant.	%									
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)

Fonte: Acervo do autor.

Onde:

- a. Quantidade de Peças (quantidade de SKUs em estoque);
- b. % das peças (% de itens em estoque para as peças com venda nas últimas 24 semanas);
- c. Número da Peça;
- d. Nome da Peça;
- e. Localção da peça no estoque;
- f. Demanda nas últimas vinte e quatro semanas (quantidade de peças vendidas);

g. Frequência nas últimas vinte e quatro semanas (quantidade de vezes que o SKU é vendido);

h. Dias sem venda (período sem venda de cada SKU);

i. Classes de demanda (quantidade de SKUs vendidos);

j. Classes de frequência (vezes que o SKU é vendido);

k. Classe de Controle de Inventário (ICC).

A. Separação de SKU com ou sem demanda, nas últimas vinte e quatro semanas: organizou-se a relação dos SKUs em estoque e em ordem crescente a partir da coluna “Dias sem Venda”, e dividiram-se os dados em duas partes. A figura 43 exemplifica essa divisão em:

- ✓ *Peças com movimentação*: peças com até 168 dias sem registro de venda;
- ✓ *Peças sem movimentação*: peças sem registro de venda a mais de 169 dias.

Figura 43: Listagem das peças em estoque.

LISTAGEM DAS PEÇAS EM ESTOQUE										
Itens		Número da Peça	Nome da Peça	Localização	Demanda das Últimas 24 Semanas	Frequências das Últimas 24 Semanas	Dias sem Venda	Classe de Demanda	Classe de Frequência	Classe de Controle de Inventário (ICC)
Quant.	%									
1	4%	9043012031	Junta Bujao Carter		2850	2850	0			
2	8%	9091510003	Filtro Oleo Motor		1844	1826	0			
3	13%	9091901164	Vela Ignicao		1045	1003	0			
4	17%	9091520003	Filtro De Oleo		1001	931	2			
5	21%	9046710183	Presilha Plastico		896	806	5			
6	25%	942238060083	Porca		751	653	15			
7	29%	178010C010	Elemento Filtrante		669	562	27			
8	33%	0446502150	Pastilha Freio		448	363	46			
9	38%	0446602040	Jg.Pastilhas Freio		445	347	50			
10	42%	9018906013	Bucha Plastico		420	315	53			
11	46%	1780122020	Elemento Filtrante		415	298	57			
12	50%	233900L010	Elem.Filtro Combust.		363	250	61			
13	54%	9090467037	Presilha Plastico		323	213	65			
14	58%	9046707166	Presilha Plastico		243	153	69			
15	63%	4774402210	Junta Anti Ruído		239	143	73			
16	67%	521610K040	Presilha Plastico		236	135	76			
17	71%	435120K080	Disco Freio		232	125	80			
18	75%	4351202100	Disco Freio		213	109	84			
19	79%	9090467036	Presilha Plastico		203	98	88			
20	83%	044650K141	Pastilha Freio		202	91	92			
21	88%	9026906013	Rebite Aco		202	85	96			
22	92%	9018970014	Presilha Plastico		197	77	99			
23	96%	5216116010	Presilha Plastico		186	67	103			
24	100%	9046709093	Presilha Plastico		182	60	101			
25		9046707164	Presilha Plastico				209			
26		4852002690	Amortecedor Susp.				216			
27		4851002690	Amortecedor Susp.				223			
28		5387502110	Saia Para-Lama				230			

Fonte: Acervo do autor.

B. Padrões para as classes de demanda: identificados os SKUs com movimentação, dividiu-se essa relação em 5 classes de demanda (altíssima, alta, média, baixa e baixíssima) e regra para enquadrar a quantidade de itens em cada classe está exemplificada na figura 44.

Figura 44: Padrões para as classes de demanda.

PADRÕES PARA AS CLASSES DE DEMANDA		
Identificação	Demanda	Regra
A	Altíssima	Até 5% dos itens
B	Alta	De 5% a 20% dos itens
C	Média	De 21% a 45% dos itens
D	Baixa	De 45% a 75% dos itens
E	Baixíssima	De 75% a 100% dos itens

Fonte: Acervo do autor.

Definida a classe de demanda, a figura 45 exemplifica a tabela de SKU já preenchida com essas classificações.

Figura 45: Resultado da classificação dos itens com base na demanda.

LISTAGEM DAS PEÇAS EM ESTOQUE										
Itens		Número da Peça	Nome da Peça	Localização	Demanda das Últimas 24 Semanas	Frequências das Últimas 24 Semanas	Dias sem Venda	Classe de Demanda	Classe de Frequência	Classe de Controle de Inventário (CCI)
Quant.	%									
1	4%	9043012031	Junta Bujao Carter		2850	2850	0	A		
2	8%	9091510003	Filtro Oleo Motor		1844	1826	0	B		
3	13%	9091901164	Vela Ignicao		1045	1003	0	B		
4	17%	9091520003	Filtro De Oleo		1001	931	2	B		
5	21%	9046710183	Presilha Plastico		896	806	5	C		
6	25%	942238060083	Porca		751	653	15	C		
7	29%	178010C010	Elemento Filtrante		669	562	27	C		
8	33%	0446502150	Pastilha Freio		448	363	46	C		
9	38%	0446602040	Jg.Pastilhas Freio		445	347	50	C		
10	42%	9018906013	Bucha Plastico		420	315	53	C		
11	46%	1780122020	Elemento Filtrante		415	298	57	D		
12	50%	233900L010	Elem.Filtro Combust.		363	250	61	D		
13	54%	9090467037	Presilha Plastico		323	213	65	D		
14	58%	9046707166	Presilha Plastico		243	153	69	D		
15	63%	4774402210	Junta Anti Ruído		239	143	73	D		
16	67%	521610K040	Presilha Plastico		236	135	76	D		
17	71%	435120K080	Disco Freio		232	125	80	D		
18	75%	4351202100	Disco Freio		213	109	84	D		
19	79%	9090467036	Presilha Plastico		203	98	88	E		
20	83%	044650K141	Pastilha Freio		202	91	92	E		
21	88%	9026906013	Rebite Aco		202	85	96	E		
22	92%	9018970014	Presilha Plastico		197	77	99	E		
23	96%	5216116010	Presilha Plastico		186	67	103	E		
24	100%	9046709093	Presilha Plastico		182	60	101	E		

Fonte: Acervo do autor.

C. Intervalos para as classes de demanda: identificadas as Classes de Demanda de cada SKU, determinaram-se os intervalos numéricos entre cada classe conforme sua respectiva demanda, e o resultado está exemplificado na figura 46.

Figura 46: Padrões para as classes de demanda.

LISTAGEM DAS PEÇAS EM ESTOQUE										
Itens		Número da Peça	Nome da Peça	Locação	Demanda das Últimas 24 Semanas	Frequências das Últimas 24 Semanas	Dias sem Venda	Classe de Demanda	Classe de Frequência	Classe de Controle de Inventário (CCI)
Quant.	%									
1	4%	9043012031	Junta Bujao Carter		2850	2850	0	A		
2	8%	9091510003	Filtro Oleo Motor		1844	1826	0	B		
3	13%	9091901164	Vela Ignicao		1045	1003	0	B		
4	17%	9091520003	Filtro De Oleo		1001	931	2	B		
5	21%	9046710183	Presilha Plastico		896	806	5	C		
6	25%	942238060083	Porca		751	653	15	C		
7	29%	178010C010	Elemento Filtrante		669	562	27	C		
8	33%	0446502150	Pastilha Freio		448	363	46	C		
9	38%	0446602040	Jg.Pastilhas Freio		445	347	50	C		
10	42%	9018906013	Bucha Plastico		420	315	53	C		
11	46%	1780122020	Elemento Filtrante		415	298	57	D		
12	50%	233900L010	Elem.Filtro Combust.		363	250	61	D		
13	54%	9090467037	Presilha Plastico		323	213	65	D		
14	58%	9046707166	Presilha Plastico		243	153	69	D		
15	63%	4774402210	Junta Anti Ruído		239	143	73	D		
16	67%	521610K040	Presilha Plastico		236	135	76	D		
17	71%	435120K080	Disco Freio		232	125	80	D		
18	75%	4351202100	Disco Freio		213	109	84	D		
19	79%	9090467036	Presilha Plastico		203	98	88	E		
20	83%	044650K141	Pastilha Freio		202	91	92	E		
21	88%	9026906013	Rebite Aco		202	85	96	E		
22	92%	90189T0014	Presilha Plastico		197	77	99	E		
23	96%	5216116010	Presilha Plastico		186	67	103	E		
24	100%	9046709093	Presilha Plastico		182	60	101	E		

Fonte: Acervo do autor.

Com os intervalos numéricos identificados, o resumo dos intervalos da classe de demanda encontra-se na figura 47.

Figura 47: Definição dos intervalos de cada classe de demanda.

DEFINIÇÃO DOS INTERVALOS DE CADA CLASSE DE DEMANDA			
Identificação	Demanda	Regra	Intervalos da Classe de Demanda
A	Altíssima	Até 5% dos itens	De 2.850 a 999.999
B	Alta	Até 20% dos itens	De 1.001 a 2.849
C	Média	Até 45% dos itens	De 420 a 1.000
D	Baixa	Até 75% dos itens	De 213 a 419
E	Baixíssima	Restante dos itens	De 1 a 212

Fonte: Acervo do autor.

D. Padrões para as classes de frequência: dividiram-se em 5 padrões as classes de frequência (muito estável, estável, médio, não muito estável e não estável) e a regra aplicada para determinar o intervalo de frequência está exemplificada na figura 48.

Figura 48: Intervalos de frequência.

Identificação	Frequência	Regras	Intervalo de Frequência
1	Muito Estável	Equivalente intervalo de demanda A	De 2850 até 999999
2	Estável	Equivalente intervalo de demanda B	De 1001 até 2849
3	Médio	Equivalente intervalo de demanda C	De 420 até 1000
4	Não Muito Estável	Equivalente intervalo de demanda D	De 213 até 419
5	Não Estável	Equivalente intervalo de demanda E	De 1 até 212

Fonte: Acervo do autor.

- E. Padrões para as classes de controle de inventário: as classes de controle de inventário foram obtidas realizando o cruzamento dos dados obtidos da demanda e frequência, conforme a figura 49.

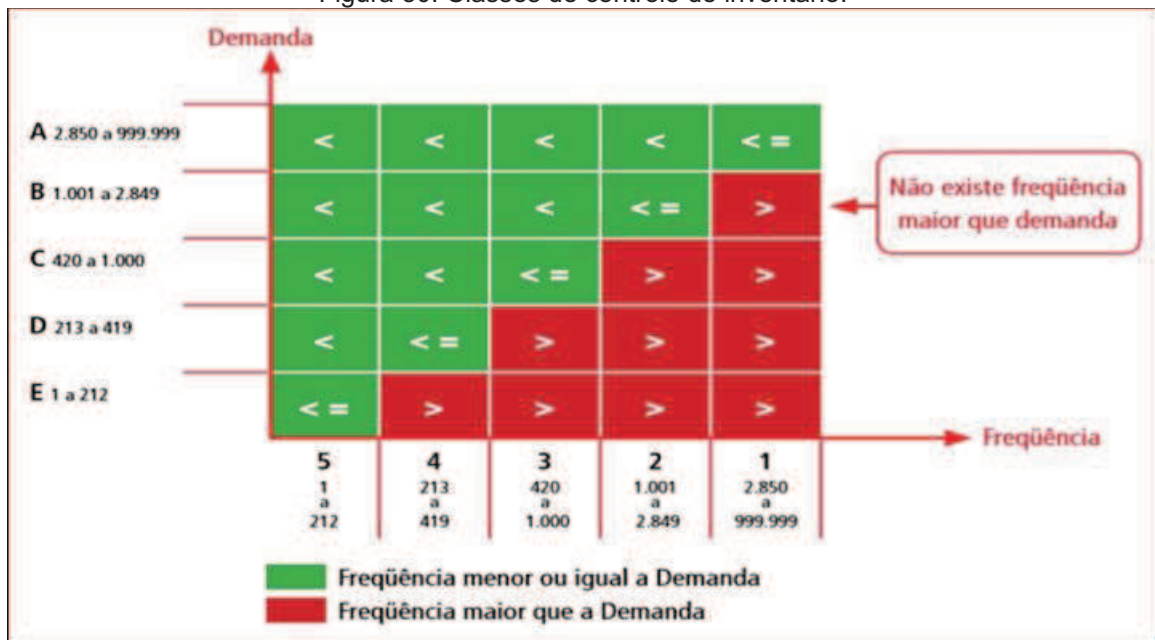
Figura 49: Classes de controle de inventário.

Demanda						
A	De 2.850 até 999.999	A5	A4	A3	A2	A1
B	De 1.001 até 2.849.	B4	B3	B2	B1	
C	De 420 até 1.000.	C3	C2	C1		
D	De 213 até 419.	D2	D1			
E	De 1 até 212	E1				
		De 1 até 212.	De 213 até 419.	De 420 até 1.000.	De 1.001 até 2.849.	De 2.850 até 999.999.
		5	4	3	2	1
		Frequência				

Fonte: Acervo do autor.

Um importante ponto detectado durante a análise foi que não deverão existir classes de controle de inventário com a frequência maior que demanda. A figura 50 exemplifica essa afirmação.

Figura 50: Classes de controle de inventário.



Fonte: Acervo do autor.

F. Classe de controle de inventário (ICC): após definidas as classes de demanda e frequência, definiram-se as Classes de Controle de Inventário, e os resultados estão demonstrados na figura 51.

Figura 51: Listagem dos SKUs com a classe de controle de inventário (ICC).

LISTAGEM DAS PEÇAS EM ESTOQUE										
Ítem										
Quant.	%	Número da Peça	Nome da Peça	Localção	Demanda das Últimas 24 Semanas	Frequências das Últimas 24 Semanas	Dias sem Venda	Classe de Demanda	Classe de Frequência	Classe de Controle de Inventário (ICC)
1	4%	9043012031	Junta Bujao Carter		2850	2850	0	A	1	A1
2	8%	9091510003	Filtro Oleo Motor		1844	1826	0	B	1	B1
3	13%	9091901164	Vela Ignicao		1045	1003	0	B	1	B1
4	17%	9091520003	Filtro De Oleo		1001	931	2	B	2	B2
5	21%	9046710183	Presilha Plastico		896	806	5	C	1	C1
6	25%	942238060083	Porca		751	653	15	C	1	C1
7	29%	178010C010	Elemento Filtrante		669	562	27	C	1	C1
8	33%	0446502150	Pastilha Freio		448	363	46	C	2	C2
9	38%	0446602040	Jg.Pastilhas Freio		445	347	50	C	2	C2
10	42%	9018906013	Bucha Plastico		420	315	53	C	2	C2
11	46%	1780122020	Elemento Filtrante		415	298	57	D	1	D1
12	50%	233900L010	Elem.Filtro Combust.		363	250	61	D	1	D1
13	54%	9090467037	Presilha Plastico		323	213	65	D	1	D1
14	58%	9046707166	Presilha Plastico		243	153	69	D	2	D2
15	63%	4774402210	Junta Anti Ruído		239	143	73	D	2	D2
16	67%	521610K040	Presilha Plastico		236	135	76	D	2	D2
17	71%	435120K080	Disco Freio		232	125	80	D	2	D2
18	75%	4351202100	Disco Freio		213	109	84	D	2	D2
19	79%	9090467036	Presilha Plastico		203	98	88	E	1	E1
20	83%	044650K141	Pastilha Freio		202	91	92	E	1	E1
21	88%	9026906013	Rebite Aco		202	85	96	E	1	E1
22	92%	9018910014	Presilha Plastico		197	77	99	E	1	E1
23	96%	5216116010	Presilha Plastico		186	67	103	E	1	E1
24	100%	9046709093	Presilha Plastico		182	60	101	E	1	E1

Fonte: Acervo do autor.

A figura 52 exemplifica a distribuição final dos SKU em uma matriz.

Figura 52: Distribuição dos SKUs na matriz de ICC.

Demanda						
A	De 2.850 até 999.999	A5	A4	A3	A2	A1 1 pç.
B	De 1.001 até 2.849.	B4	B3	B2 1 pç.	B1 2 pçs.	
C	De 420 até 1.000.	C3	C2 3 pçs.	C1 3 pçs.		
D	De 213 até 419.	D2 5 pçs.	D1 3 pçs.			
E	De 1 até 212	E1 6 pçs.				
		De 1 até 212.	De 213 até 419.	De 420 até 1.000.	De 1.001 até 2.849.	De 2.850 até 999.999.
		5	4	3	2	1
		Frequência				

Fonte: Acervo do autor.

A linha JIT onde o conceito Vende-Um-Compra-Um foi aplicado fielmente, a frequência e demanda apresentam mesmos níveis, indicando venda de uma unidade de cada SKU por vez, e todos os SKUs que se enquadraram nesta parte das classes de controle de inventário, apresentaram pedido automático de reabastecimento quando consumidos.

G. Análise de SKUs sem movimentação: concluída a classificação para os SKUs com movimentação (com demanda nas últimas vinte e quatro semanas), iniciou-se a análise dos SKUs sem movimentação (sem demanda nas últimas vinte e quatro semanas).

Os SKUs sem demanda nas últimas vinte e quatro semanas foram classificados conforme o período sem movimentação, de acordo com a figura 53.

Figura 53: Regra para classificação de SKUs sem movimentação.

Identificação	Regras	Definição
F	de 169 a 336 dias sem venda	Sem Movimento
G	de 337 a 420 dias sem venda	
H	de 421 a 504 dias sem venda	Morrendo
I	de 505 a 588 dias sem venda	
J	maior que 588 dias sem venda	Morto

Fonte: Acervo do autor.

Após devida classificação e com base na listagem de SKUs em estoque, o resultado segue na figura 54.

Figura 54: Listagem das peças em estoque sem movimentação.

Itens		Número da Peça	Nome da Peça	Locação	Demanda das Últimas 24 Semanas	Frequências das Últimas 24 Semanas	Dias sem Venda	Classe de Demanda	Classe de Frequência	Classe de Controle de Inventário (ICC)
Quant.	%									
25		9046707164	Presilha Plastico				209	F		F
26		4852002690	Amortecedor Susp.				216	F		F
27		4851002690	Amortecedor Susp.				223	F		F
28		5387502110	Saia Para-Lama				230	F		F
29		5387602120	Caixa Roda P/Lama				238	F		F
30		7539235200	Presilha Plastico				245	F		F
31		2330021010	Filtro Combustivel				252	F		F
32		4243102090	Tambor Freio Traseiro				324	G		G
33		044650K200	Pastilha Freio				333	G		G
34		5215902300	Capa Para-Choque				342	G		G
35		9094202049	Parafuso Aco				351	G		G
36		9090430013	Junta Aco				360	G		G
37		9091530002	Filtro Oleo Motor				443	H		H
38		9094201109	Porca Aco				454	H		H
39		533311605083	Placa Sup.Dobr.Capo				464	H		H
40		9356855014	Parafuso, Soberbo				475	H		H
41		9008031109	Retentor Oleo				486	H		H
42		9015350010	Parafuso Philips C/				580	I		I
43		9046705138	Presilha Plastico				592	I		I
44		9913212050AR	Lampada Luz Placa				605	I		I
45		9091901166	Vela Ignicao				617	I		I
46		9046712040	Presilha Plastico				720	J		J
47		4260202190	Calota				734	J		J
48		942238080083	Porca				749	J		J
49		044950K050	Kit Sapata Freio				763	J		J

Fonte: Acervo do autor.

H. Análise geral das classes de controle de inventário (ICC): nessa análise, verificou-se a distribuição dos SKUs nas Classes de Controle de Inventário (ICC), em qual fase do ciclo de vida estavam os SKUs em estoque. Um estoque saudável é aquele em que a maioria se posicione na categoria de SKUs com movimentação. A figura 55 exemplifica a classificação final obtida.

Figura 55: Distribuição dos SKUs com movimento nas classes de controle de inventário (ICC).

ICC	Intervalos da Classe de Demanda	Intervalos da Classe de Frequência	Meses sem Venda	Quantidade de Peças	% de Peças
A1	De 2.850 a 999.999	De 2.850 a 999.999		1	2,0%
B1	De 1.001 a 2.849	De 1.001 a 2.849		2	4,1%
B2	De 1.001 a 2.849	De 420 a 1.000		1	2,0%
C1	De 420 a 1.000	De 420 a 1.000		3	6,1%
C2	De 420 a 1.000	De 213 a 419		3	6,1%
D1	De 213 a 419	De 213 a 419		3	6,1%
D2	De 213 a 419	De 1 a 212		5	10,2%
E1	De 1 a 212	De 1 a 212		6	12,2%
F			De 6 até 12	7	14,3%
G			De 13 até 15	5	10,2%
H			De 16 até 18	5	10,2%
I			De 19 até 21	4	8,2%
J			Mais de 21	4	8,2%
Total				49	100%

Fonte: Acervo do autor.

Observou-se um volume muito grande de armazenamento de SKU no final do seu ciclo de vida (**51,1% do volume total de SKU armazenados**). Ou seja, por existir muitos SKUs ocupando espaço, tempo e dinheiro, direcionaram-se e realizaram-se algumas ações para reduzir o volume desses SKU e aumentar a variedade de SKUs com demanda, como: venda virtual, pacotes de SKUs a preços de custo, leilão e para alguns casos, o próprio descarte do material.

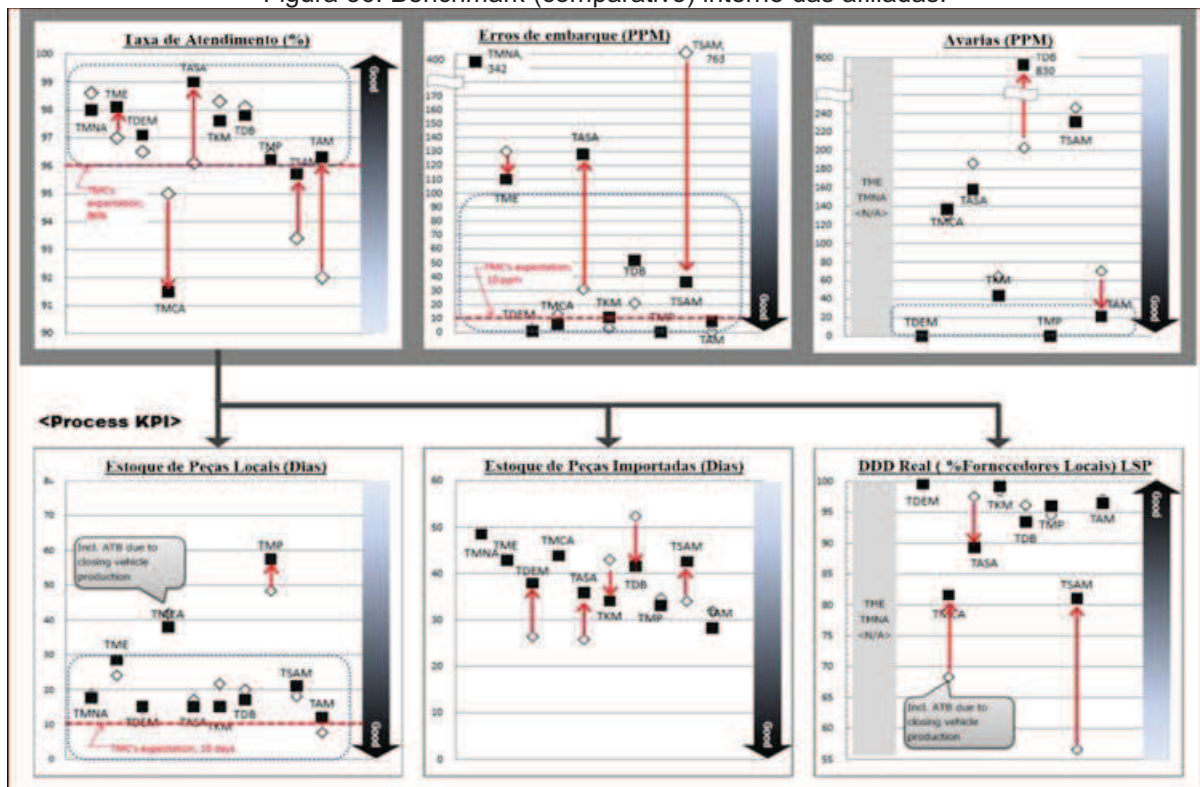
Uma nova Classe Especial de Controle (SCC) pode ser desenvolvida, para tratar de casos especiais, com a reposição do SKU como estratégia e reposição garantida, entretanto, não foi objeto de estudo.

A utilização de *Key Performance Indicators* para monitoramento das atividades de logística do CD tornou-se parte complementar do processo de introdução do STP, e fator crucial para estabelecer as devidas avaliações de desempenho de diversas etapas do processo logístico, identificando pontos fortes e fracos do processo em si, para a melhoria contínua e aumento de produtividade.

Com o propósito de relatar o aumento da produtividade através da avaliação de desempenhos com a aplicação do STP no CD na empresa, objeto deste estudo, observaram-se e compararam-se os indicadores globais de produtividade com as outras afiliadas mundialmente, visto que o comparativo com concorrentes se torna uma atividade mais complexa e temporalmente não factível.

A figura 56 apresenta os resultados entre outras afiliadas da matriz, comparando-as ao da operação objeto deste estudo; os números correspondem aos indicadores dos meses de dezembro de 2017 com setembro de 2018.

Figura 56: Benchmark (comparativo) interno das afiliadas.



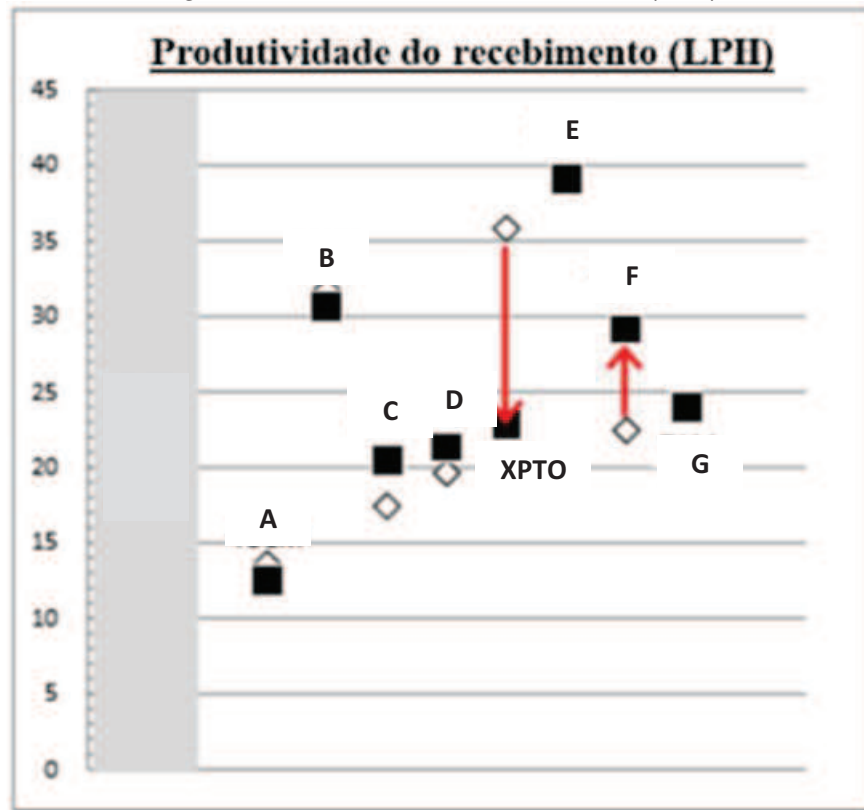
Fonte: Acervo do autor.

A figura 57 e 58 apresentam os comparativos das principais produtividades da operação, recebimento e expedição respectivamente, e ambos indicadores foram base para avaliação das operações antes e depois da implementação do STP no CD.

Como comparativo principal buscou-se investigar o aumento da produtividade por meio da avaliação de desempenhos com a aplicação do STP no CD, somente serão comparados os seguintes KPIs:

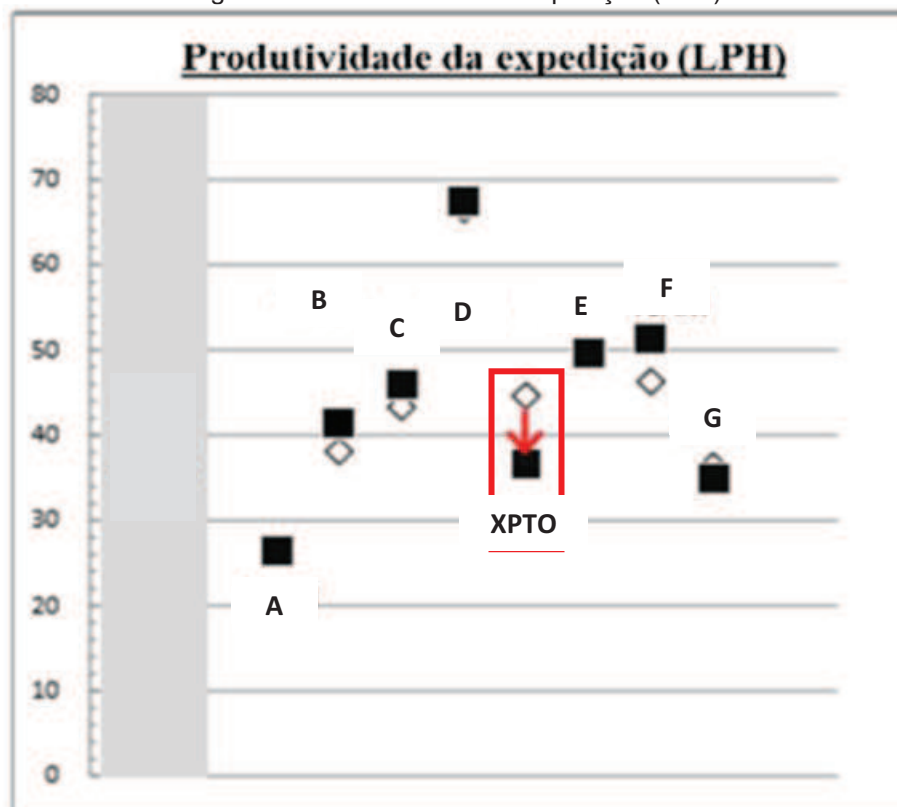
1) Produtividade no recebimento dos SKU: medidos em Linhas por Hora (LPH), que avalia a evolução da produtividade do recebimento com a implantação do STP na operação em questão, ocorrido em janeiro de 2018.

Figura 57: Produtividade do recebimento (LPH).



Fonte: Acervo do autor.

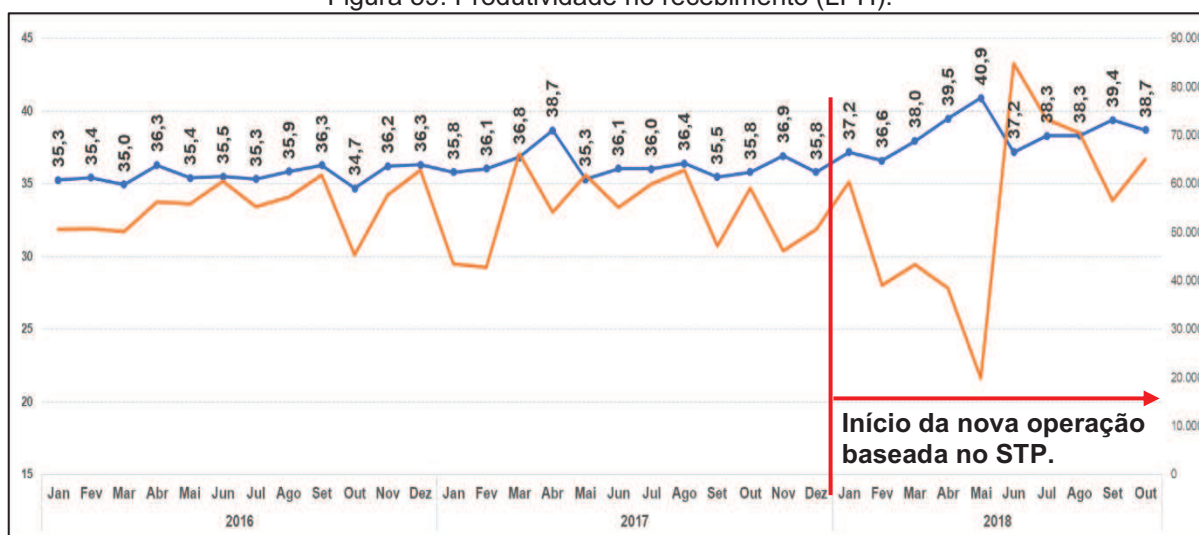
Figura 58: Produtividade da expedição (LPH).



Fonte: Acervo do autor.

A figura 59 apresenta a melhora na produtividade após a implementação do STP, a linha azul representa a produtividade em LPH (Linhas por Hora) e a linha laranja o total de linhas (pedidos) recebidas. Nota-se uma brusca queda a partir de meados de março a maio de 2018, reflexo de uma severa greve que assolou o Brasil, a chamada “Greve dos Caminhoneiros”.

Figura 59: Produtividade no recebimento (LPH).

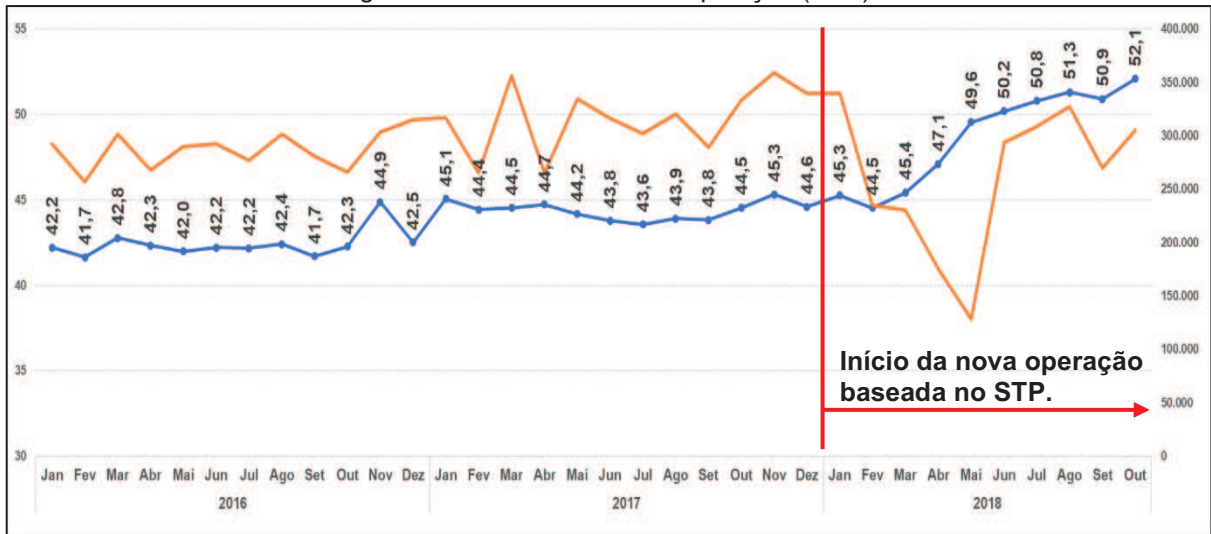


Fonte: Acervo do autor.

2) Produtividade na expedição dos pedidos recebidos: medidos em Linhas por Hora (LPH), que avalia a evolução da produtividade da expedição com a implantação do STP na operação em questão, ocorrida em janeiro de 2018.

A figura 60 apresenta a melhora na produtividade após a implementação do STP, a linha azul representa a produtividade em LPH (Linhas por Hora) e a linha laranja o total de linhas (pedidos) despachados.

Figura 60: Produtividade na expedição (LPH).



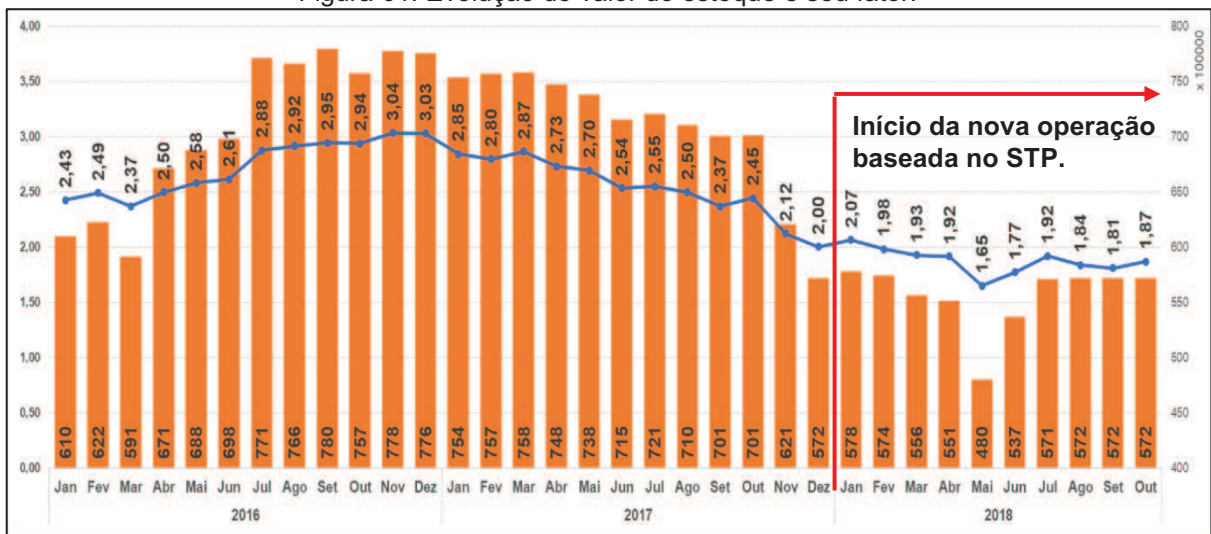
Fonte: Acervo do autor.

3) **Valor do estoque e fator do estoque:** um dos principais indicadores para uma operação de CD é o **valor do estoque** e o **fator do estoque**, este é um número decimal e o quociente da divisão do valor do faturamento mensal pelo valor do estoque.

$$\text{Fator do estoque} = \frac{\text{Valor do faturamento mensal}}{\text{Valor do estoque mensal}}$$

A figura 61 apresenta a evolução da redução do valor do estoque e seu respectivo fator, após a implementação do STP nos métodos e controles de estoque.

Figura 61: Evolução do valor do estoque e seu fator.



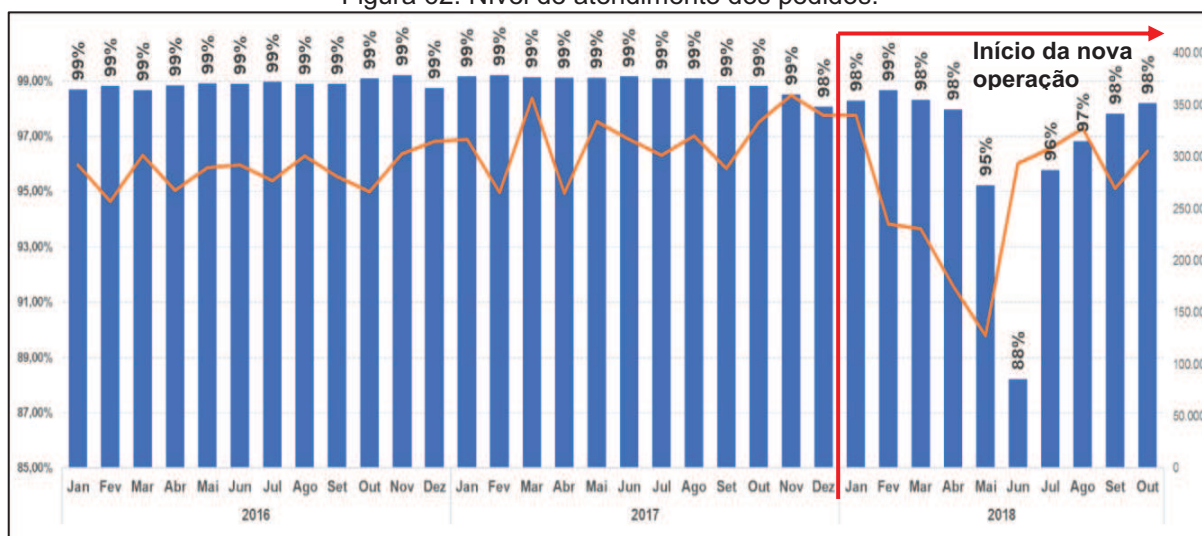
Fonte: Acervo do autor.

A empresa objeto do estudo sempre se preocupou com o “Cliente em Primeiro Lugar”, e com base nessa filosofia de trabalho, o desafio a ser superado sempre foi o nível de atendimento x nível do estoque.

Desenvolveu-se um KPI para monitoramento do nível de atendimento dos pedidos. A figura 62 exemplifica o percentual de atendimento dos pedidos no momento em que são recebidos, ou seja, nível de atendimento imediato. Nota-se que pelo indicador, a empresa possui um alto grau de desempenho, com uma média de **99%**, ou seja, em média 99% das solicitações possuem disponibilidade imediata e apenas **1%** ficam em BO = *Back Order* pedido pendente.

A busca pela melhoria contínua dos processos e serviços faz parte do cotidiano da empresa, a visibilidade dos pedidos pendentes (**1%**) e os prazos para atendimento e solução das pendências são de extrema necessidade para transparência e comprometimento com os clientes.

Figura 62: Nível de atendimento dos pedidos.

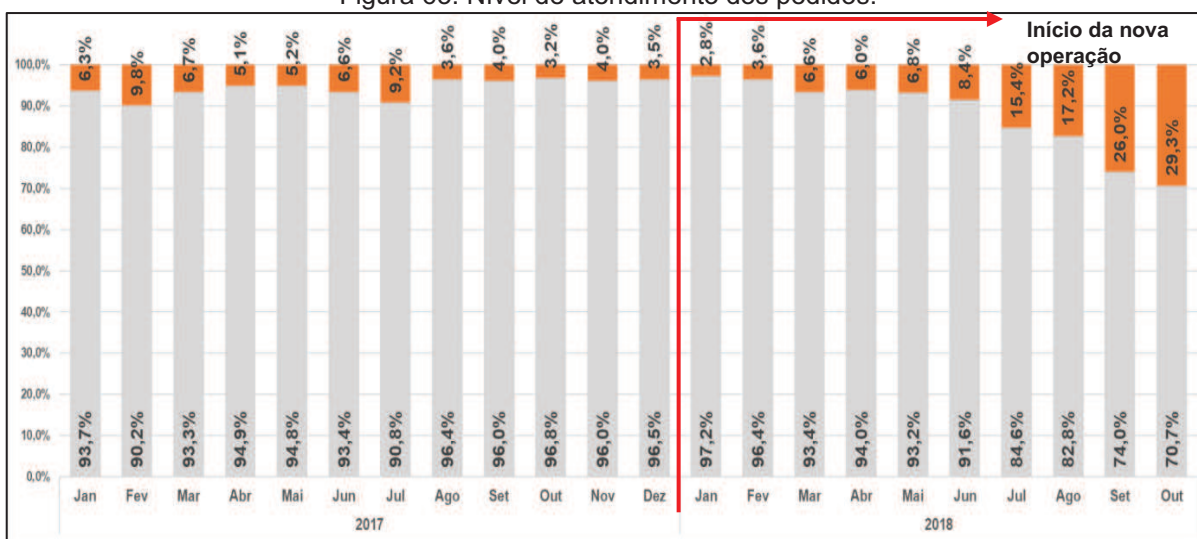


Fonte: Acervo do autor.

A figura 63 representa o percentual de atendimentos das pendências em no máximo três dias versus os que ultrapassam o prazo de três dias. Sempre houve um elevado grau de atendimento dentro dos 3 dias após a falta do SKU, entretanto, desde março de 2018 o percentual vem reduzindo e foi devido a 2 fatores principais:

- 1) Alteração na forma do cálculo do indicador;
- 2) A confiabilidade na entrega específica de 3 fornecedores locais, que devido ao cenário econômico estão em processo de falência e recuperação judicial.

Figura 63: Nível de atendimento dos pedidos.



Fonte: acervo do autor.

Por meio da aplicação do STP na etapa de dimensionamento de operação em um CD, ocorreram melhoras perceptíveis no fluxo operacional adotando o *layout* em “U” e aumentou-se a produtividade em áreas operacionais (recebimento e expedição) com a nova distribuição dos SKUs de maior giro perto dessas áreas. Obtém-se uma redução da área de estocagem (zona primária) na ordem de **15%** com o devido dimensionamento e agrupamento de SKUs com dimensões semelhantes, e o fator reduzido foi aproveitado no dimensionamento do CD para uma futura expansão devido à introdução de novos projetos ou absorção de flutuação de demanda inesperada, evitando expansões frequentes da área operacional sem planejamento.

Desenvolveu-se um mezanino flexível no piso superior, possibilitando uma maior flexibilidade nas alterações de *layout* ou reorganização do estoque. As locações primárias foram dimensionadas de uma forma produtiva e ergonômica para os operadores, com fácil alcance aos SKUs sem exigência de esforços adicionais, e os corredores operacionais (zonas primárias e reserva) foram dimensionados para uma máxima ocupação e sem desperdício de espaço, respeitando as regras de segurança, e gerando uma economia por volta de **10% (2.000 m²)** de área operacional se comparado aos padrões antes utilizados.

Os quadros 1 e 2 mostram os sete tipos de desperdícios eliminados ou minimizados através da aplicação do STP no dimensionamento da operação. Os desperdícios de transporte e movimentação possuem 100% de relacionamento e

são diretamente impactados, já o tempo de processamento possui 80% de relacionamento com os 9 passos.

Quadro 1: Os sete desperdícios e seus impactos com a implementação do STP no dimensionamento da operação.

FRAME	OBJETIVO	GANHO	7 DESPERDÍCIOS						
			EXCESSO DE PRODUÇÃO	TEMPO DE ESPERA	TRANSPORTE	PROCESSAMENTO	ESTOQUE	MOVIMENTAÇÃO	DEFEITOS
0) Definir o galpão (CD).	Obter a melhor infraestrutura possível (localização, custo, dimensão e construção).	Ganho de área, produtividade, custos logísticos e possibilitar expansão futura.	X	O	O	X	X	O	O
1) Definir a forma do layout.	Definir o layout excelente e estabelecer o fluxo de operação ideal.	Ganho de área, produtividade e possibilidade de expansão futura.	X	O	O	X	O	O	O
2) Calcular o volume de SKUs.	Definir as condições de armazenamento com base na dimensão e volume de cada SKU.	Melhor aproveitamento das áreas; zona primária (picking) e reserva (armazenagem).	O	O	O	O	O	O	O
3) Definir critérios e classificar SKUs por tamanho.	Definir o tamanho de cada SKU (dimensões) e seus intervalos de tamanho (classificação por intervalos de tamanho - mínimo, médio e máximo).	Melhor distribuição e dimensionamento das operações.	X	X	O	O	O	O	X
4) Definir o tamanho da localização primária baseado na demanda e volume.	Definir conceito ideal para cálculo do tamanho das localizações primárias de cada SKU.	Obter um dimensionamento "enxuto".	O	O	O	O	O	O	O
5) Calcular ineficiência necessária nas localizações primárias e reservas.	Definir um percentual (%) adicional a ser considerado na dimensão de cada localização.	Viabilizar a movimentação dos SKUs nas operações diárias.	O	O	O	O	O	O	O
6) Calcular e definir fator de flutuação.	Definir um percentual (%) de fator de tolerância.	Absorver flutuação da demanda e novos projetos.	X	O	O	O	X	O	O
7) Definir conceito de construção e utilização de mezanino.	Definir o melhor conceito de mezanino.	Reduzir área operacional, flexibilidade e custos.	X	O	O	X	X	O	X
8) Definir altura máxima de armazenagem.	Definir alturas máximas de trabalho, nas zonas primária e reserva.	Obter uma operação produtiva e ergonômica.	X	X	O	O	X	O	O

Fonte: O autor.

Quadro 2: Os sete desperdícios e seus impactos com a implementação do STP no dimensionamento da operação (cont.).

9) Definir tamanho dos corredores.	Definir a largura dos corredores operacionais para as áreas primárias e reserva.	Melhor aproveitamento da área ocupada e aumento da produtividade.	X	O	O	X	X	O	X
O: COM IMPACTO			3 30%	8 80%	10 100%	6 60%	5 50%	10 100%	7 70%
X: SEM IMPACTO			7 70%	2 20%	0 0%	4 40%	5 50%	0 0%	3 30%

Fonte: O autor.

3.3 Um *framework* para implantação do STP no dimensionamento da operação e controle de estoque em um Centro de Distribuição.

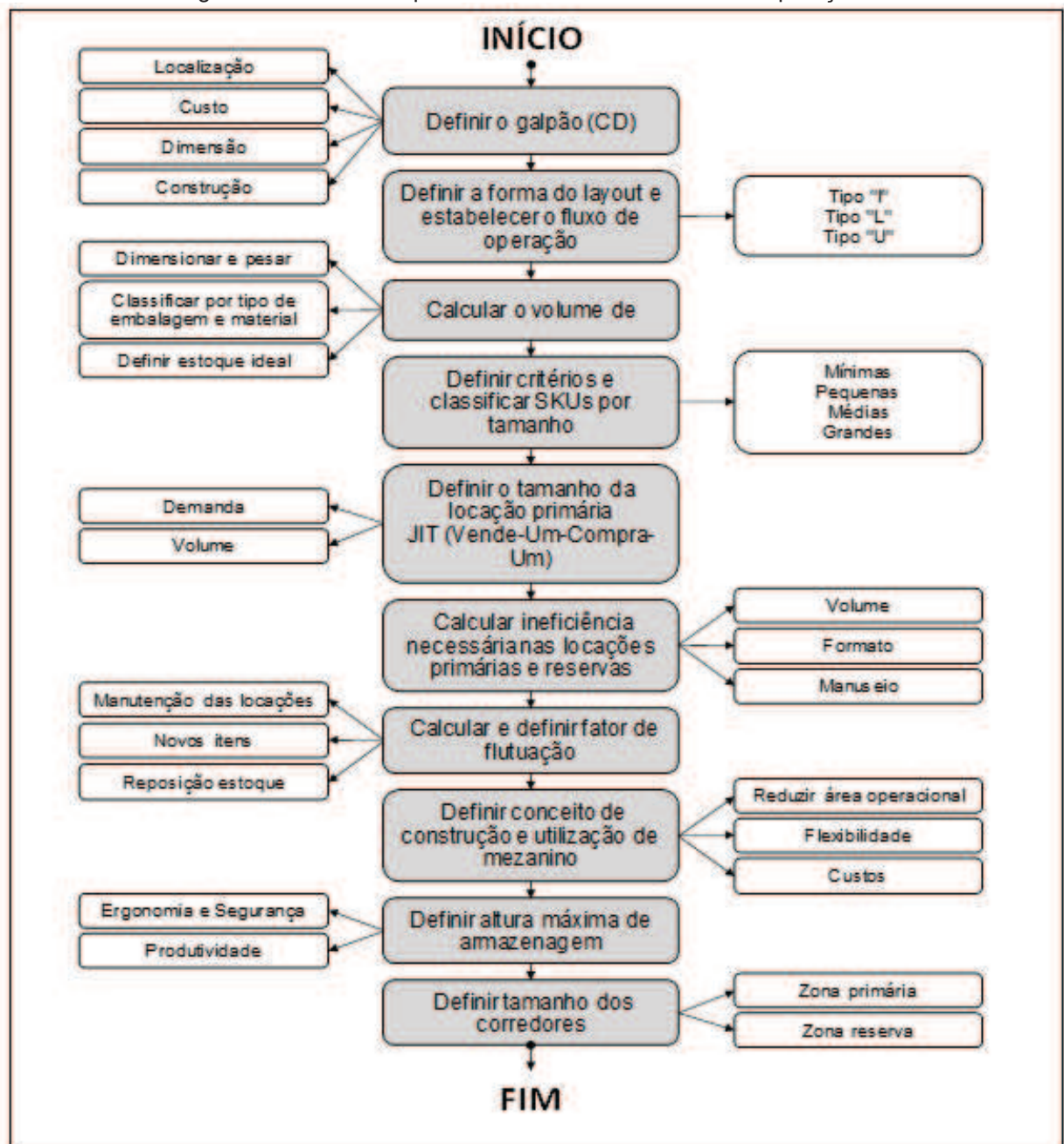
No relato de experiência foi possível identificar os benefícios proporcionados com aplicação do STP na etapa de dimensionamento de operação em um CD, determinando-se e agrupando-se os SKUs em classes de controle, possibilitando um melhor gerenciamento por grupos e subgrupos e a classificação dos SKUs sem movimento (**51,1% do volume total de SKUs armazenados**), permitindo o desenho de uma estratégia para estoques obsoletos.

Com a colocação dos pedidos diariamente, assegurou-se uma estabilidade na cadeia logística e com os seguintes benefícios:

- Aumento na confiabilidade do fornecimento: poucos pedidos com grandes volumes que acumulam muitos dias de vendas, quando são gerados, prejudicam o estoque provocando faltas e atrasos;
- Redução do estoque: a estabilidade permitiu a redução nos estoques, colaborando com o objetivo de aumentar a capacidade de fornecimento com a inclusão de novos SKUs;
- Redução do espaço necessário para a armazenagem: áreas do CD foram reduzidas, pois com a compra em pequenos lotes e comprando somente o que foi vendido no dia anterior, não foram necessárias grandes áreas.

Na Figura 64, há um *framework* para o dimensionamento enxuto de uma operação, com base ao Sistema Toyota de Produção – STP.

Figura 64: Framework para dimensionamento enxuto de operação.



Fonte: O autor.

Por meio de alguns indicadores de desempenho estabelecidos, após a aplicação dos conceitos do STP no CD, foi perceptível a melhora dos mesmos e de acordo com cada processo. O quadro 3 apresenta os resultados obtidos após 10 meses do início das operações desse CD com os conceitos do STP, comparando os resultados de dezembro de 2017 a outubro de 2018.

Quadro 3: Resultados após implementação do STP.

CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS	
INDICADOR	RESULTADO
Produtividade do recebimento (LPH).	Aumento de 8,1%
Produtividade da expedição (LPH).	Aumento de 16,8%
Nível de atendimento (%)	O indicador foi mantido em 99%
Valor do inventário	Redução de 24%

Fonte: O autor.

Há aumentos significativos nas principais atividades operacionais:

- Recebimento: 8,1%;
- Expedição: 16,8%.

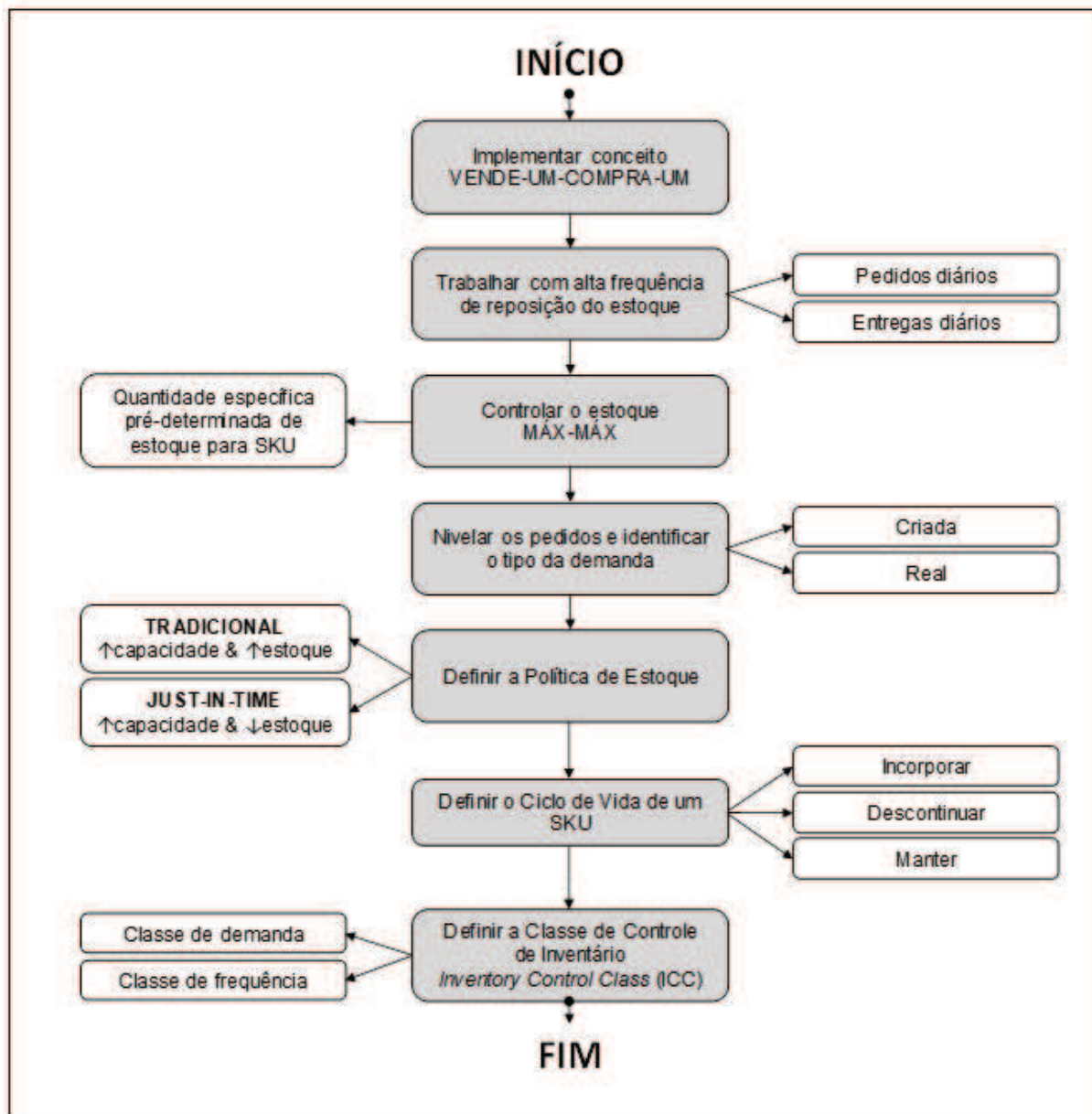
Com a contribuição do STP na melhoria da gestão de estoques e atendimento aos clientes, o nível de atendimento foi mantido em um percentual elevado e demonstra excelência operacional e de gestão.

A redução ocorreu devido à grande redução no valor do inventário e dos SKUs em estoque, resultado do trabalho desenvolvido e aplicado no controle e gerenciamento do inventário, utilizando conceitos básicos de gestão de estoques com pequenos pedidos e entregas constantes, obtendo-se ganhos significativos em:

- Redução do inventário: 24% em valores e 19,5% na quantidade de SKUs;
- Aumento na confiabilidade e disponibilidade de SKUs;
- Redução do espaço necessário para armazenagem dos SKUs.

Tudo isso permitiu desenhar um *framework* para o dimensionamento enxuto do estoque com base no Sistema Toyota de Produção – STP, como pode ser visto na Figura 65.

Figura 65: Framework para dimensionamento e controle de estoque.



Fonte: O autor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enquanto os princípios e as práticas enxutas tenham sido adotados em praticamente todos os segmentos (indústrias, hospitais, alimentos, etc.) nas últimas décadas, seu uso na logística de um Centro de Distribuição demorou um pouco mais para sua aplicação.

O objetivo geral deste trabalho foi construir um *framework* como ferramenta para implantação do Sistema Toyota de Produção – STP, no dimensionamento de operação e controle de estoque em um Centro de Distribuição, com ganho de produtividade, redução de estoques, alto nível de atendimento, aumento do valor agregado.

A construção do *framework* baseou-se na experiência do pesquisador, como um dos agentes de implantação do Sistema Toyota de Produção – STP em um Centro de Distribuição de uma montadora. Como observado na seção relato de experiência, a implantação foi bem-sucedida, tanto em nível de cronograma, como em relação aos ganhos obtidos. Isso veio confirmar a importância da criação de um *framework* para implantação em um Centro de Distribuição de qualquer natureza.

O objetivo específico de analisar o relato de experiência da implantação do *Lean Warehouse* em uma montadora, permitiu observar o ganho de produtividade, redução de estoques, e manutenção de alto nível de atendimento; sendo os principais benefícios identificados na implantação do Sistema Toyota de Produção no dimensionamento e gestão de uma operação de um Centro de Distribuição.

Tais benefícios foram quantificados e os resultados todos, apresentados no relato de experiência.

As principais formas que um CD enxuto se difere de um tradicional, são a falta de gargalos em seus processos básicos e uma óbvia transparência no fluxo de processos de trabalho, com as seguintes características:

- Não há movimentação desnecessária de materiais de um ponto a outro;
- Não há desperdício de movimentos pelos colaboradores;
- Não há pilhas de excesso de produtos acabados e poucos, se algum, com defeitos.

A contribuição esperada desta pesquisa para a academia é servir como incentivo a outros estudos similares e em outros segmentos; para assim, comprovar a eficiência do STP, não apenas no ambiente de produção, mas em qualquer tipo de operações empresariais.

Como sugestão para futuros trabalhos aponta-se a aplicação dos frameworks desenvolvidos, em Centros de Distribuição, ou qualquer outro sistema de armazenamento e distribuição, de diferentes setores, tais como indústria alimentícia, hospitais, etc., confirmar sua validade e/ou propor adequações.

REFERÊNCIAS

- ALTHOFF, K. **Erfolgreich mit Lean Logistics**. in: Logistik für Unternehmen, Vol. 23, 2009.
- ANDREADIS, E., GARZA-REYES, J. A., & KUMAR, V. (2017). **Towards a conceptual framework for value stream mapping (VSM) implementation**: an investigation of managerial factors. *International Journal of Production Research*, 55:23, p. 7073–7095, 2017. DOI:10.1080/00207543.2017.1347302
- ARNHEITER, E.D., MALEYEFF, J. **The integration of lean management and Six Sigma**. *The TQM Magazine*, 17(1), p. 5-18, 2005.
- BAI C.; SARKIS, J.; SATIR, A. **Investing in lean manufacturing practices**: an environmental and operational perspective, *International Journal of Production Research*, 57:4, p. 1037-1051, 2018. DOI: 10.1080/00207543.2018.1498986.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. 4ª. ed., Tradução de Elias Pereira. Porto Alegre – RS, Bookman, 2001.
- BAUDIN, M. **Lean logistics: the nuts and bolts of delivering materials and goods**. New York: Productivity Press, 2004.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística de cadeia de suprimentos**. Tradução de Camila Teixeira Nakagawa e Gabriela Teixeira Nakagawa. Porto Alegre – RS, Bookman, 2006.
- BOWERSOX, D. J.; BOWERSOX, J. C.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B.. **Gestão logística de cadeia de suprimentos**. 4ª. ed., Tradução de Luiz Claudio de Queiroz Faria. AMGH Editora, 2013.
- BRYMAN A., BELL E. **Business Research Methods**. New York: Oxford University Press, ISBN: 0199284989, 9780199284986, p. 786, 2007.
- CHAE, B. **Developing key performance indicators for supply chain**: an industry perspective. *Supply chain management: an international journal*, v. 14, ed. 6, p. 422-428, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/13598540910995192>. Acesso em: 5 nov. 2018.
- CHAN, A. P.C.; CHAN, A. P.L. **Key performance indicators for measuring construction success**. *Benchmarking: an international journal*, v. 11, ed. 2, p. 203-221, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/14635770410532624>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- COELHO LIMA, R. F. Procedimento para avaliação do desempenho operacional de centros de distribuição. **Dissertação de Mestrado**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia - 2004.

COLLIN, J. **Measuring the success of building projects**: improved project delivery initiatives. Queensland Department of Public Works, Australia, 2002.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1996.

CRESPO DE CARVALHO, J. **Logística**. 3ª ed. Lisboa: Edições Silabo, ISBN: 9726182794, 9789726182795, p. 321, 2002.

DEIWIKS, J.; FAUST, P.; BECKER, H.; NIEMAND, S. Lean im indirekten Bereich. In: **zfo - Zeitschrift Führung + Organisation**, Vol. 77, 2008.

DOTOLI, M.; FANTI, M. P.; IACOBELLIS, G.; STECCO, G.; UKOVICH, W. **Performance analysis and management of an automated distribution center**. In 2009 35th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics, p 4371-4376, Porto. IEEE, 2009.

ENDEAVOR. **SKU**: três letrinhas que fazem toda a diferença na manutenção do seu estoque. 2017. Disponível em: <https://endeavor.org.br/operacoes/sku/>. Acesso em: 11 nov. 2018.

FLEURY, P. **Análise dos condomínios logísticos no Brasil**. 2004. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/analise-dos-condominios-logisticos-no-brasil/>. Acesso em: 11 nov. 2018.

GERRING, J. **What is a case study and what is good for?** American political science review, v. 98, ed. 2, p. 341-354, May, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0003055404001182>. Acesso em: 05 mar. 2019.

GOMES, J. F. **Effect of NPD stages and product innovativeness on the relationship between functional integration and performance**. In: 8 International Product Development Management Conference, University of Twente, 2001. **Proceedings**, Twente, 2001.

GU, J., GOETSCHALCKX, M., and MCGINNIS, L. F. **Research on warehouse operation**: a comprehensive review. European Journal of Operational Research, v. 177, ed. 1, p. 1-21, Feb. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>. Acesso em: 15 abr. 2019.

GÜNTHER, W.; KLENK, E.; KNÖSSL, T. Neue Wege zur Gestaltung schlanker Logistikprozesse, in: **Wolf-Kluthausen, Jahrbuch Logistik**, Hanne Verlag Korschenbroich, 2011.

HARRISON, A.; van HOEK, R. I. **Logistics management and strategy**. Pearson Education, 2005.

HEBERGER, A; CHRISTIE, C; ALKIN, M. **A Bibliometric Analysis of the Academic Influences of and on Evaluation Theorists' Published Works**. American Journal of Evaluation, v.31, n.1, p. 24-44, 2010.

HINES, P.; TAYLOR, D., **Going Lean**. A guide to implementation. Lean Enterprise Research Center, Cardiff, UK, 2000.

HOLWEG, M. **The genealogy of lean production**. Journal of Operations Management, Vol. 25, No. 2, p. 420-437, 2007.

IYER, A; SESHADRI, S; VASHER, R. **Toyota supply chain management: a strategic approach to the principles of Toyota's renowned system**. 1º ed., United States of America: McGraw-Hill, 2009.

KATAYAMA H.; BENNETT, D. **Lean production in a changing competitive world: A Japanese perspective**. International Journal of Operations and Production Management, v. 16, ed. 2, p. 8-23. <https://doi.org/10.1108/01443579610109811>, 1996.

KOSTER, R. K.; LE-DUC, T.; ROODBERGEN, K. J. **Design and control of warehouse order picking: a literature review**. European Journal of Operational Research, n. 182, 2007.

KOVÁCS, G.; SPENS, K. **Abductive reasoning in logistics research**. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Bingley, v. 35, n. 2, p. 132-144, 2005.

LEVY, S. J. History of Qualitative Research in Marketing. In: **Handbook of Qualitative Research Methods in Marketing**. Cheltenham: Edward Elgard Publishing Limited, pp. 13-16, 2006.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MAY, M. E. **Toyota: a formula da inovação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

MECALUX, SA. **Manual técnico de armazenagem**. São Paulo: Mecalux do Brasil, 2015.

MENTZER, J. T.; KONRAD, B. P. **An Efficiency/Effectiveness approach to logistics performance analysis**. Journal of Business Logistics, 1991.

MITAL, A.; KILBOM, Å.; KUMAR, S. **Ergonomics Guidelines and Problem Solving**. Oxford – UK: Elsevier, 2000.

MONDEN, Y. **Toyota production system: an integrated approach to just-in-time**. 4º ed., USA: New York: Productivity Press, 2011.

NARUSAWA, T.; SHOOK, J. **Kaizen express: the second edition**. 2º ed., JAPAN: Tokyo: Nikkan, 2008.

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

OHNO, T. **Toyota production system**: beyond large-scale production. Tradução em inglês por Norman Bodek. New York: Productivity, 1988.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva**: técnicas para análise da indústria e da concorrência. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 1986.

RODRIGUES, G. G.; PIZZOLATO, N. D. **Centros de Distribuição**: armazenagem estratégica. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, 21 a 24 de out de 2003. Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0112_0473.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 3. Ed. Trad.: Fátima Conceição Murad; Melissa Kassner; Sheila Clara Dystyler Ladeira. São Paulo: McGraw-Hill Interamericana do Brasil Ltda, 2006.

SHAH. B.; KHANZODE, V. **Storage allocation framework for designing lean buffers in forward-reserve model**: a test case. International Journal of Retail & Distribution Management, v. 45, n. 1, p. 90-118, 2017.

SHAH, R.; WARD, P. **Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance**. Journal of Operations Management, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2003.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção**: do ponto de vista de engenharia de produção. Porto Alegre: Artes Médicas, 292 p, 1996.

TOYOTA MOTOR CORPORATION. **Toyota Way 2001**: sharing the Toyota Way values. Disponível em: http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/data/conditions/philosophy/toyotaway2001.html. Acesso em: 20 nov. 2018.

VOTRE, S. J.; BERG, R. D. S. **Orientações para a escrita acadêmica**: memorial de conclusão de curso. Rio de Janeiro: Mauad, 2018. 19 p.

WALKER, D. **Customer first: A strategy for quality service**. Aldershot: Gower, 1990.

WANNENWETSCH, R. **Schlanke Logistik, aber bitte mit Köpfchen**. in: Logistik für Unternehmen, v. 24, p. 56-58, 2010.

WARNECKE, H. J.; HUBER, M. **Lean Production**. International Journal Production Economics, ed. 41, p. 37-43, 1995.

WEB OF SCIENCE. Disponível na internet em: <http://login.webofknowledge.com>.

WOMACK J.; JONES, D.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 16ª. ed., Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J.; JONES, D. **Lean thinking**: banish waste and create wealth in your corporation. New York: Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 1 ed. Rio de Janeiro: Campus, p. 498, 2004.

YANG, L.-r.; CHEN, J.-h. **Information systems utilization to improve distribution center performance**: from the perspective of task characteristics and customers. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 2012.

ANEXOS

Anexo I. Planilha para listagem dos SKUs em estoque

[illegible]

Anexo II. Planilha para determinar padrões para as classes de demanda

PADRÕES PARA AS CLASSES DE DEMANDA		
Identificação	Demanda	Regra
A	Altíssima	
B	Alta	
C	Média	
D	Baixa	
E	Baixíssima	

Anexo III. Planilha para definição dos intervalos de classe de demanda

DEFINIÇÃO DOS INTERVALOS DE CADA CLASSE DE DEMANDA			
Identificação	Demanda	Regra	Intervalos da Classe de Demanda
A	Altíssima	Até 5% dos itens	
B	Alta	Até 20% dos itens	
C	Média	Até 45% dos itens	
D	Baixa	Até 75% dos itens	
E	Baixíssima	Restante dos itens	

Anexo IV. Planilha para definição dos intervalos de frequência

DEFINIÇÃO DOS INTERVALOS DE FREQUÊNCIA			
Identificação	Frequência	Regras	Intervalos de Frequência
1	Altíssima	Até 5% dos itens	
2	Alta	Até 20% dos itens	
3	Média	Até 45% dos itens	
4	Baixa	Até 75% dos itens	
5	Baixíssima	Restante dos itens	

Anexo V. Planilha para definição da regra para classificação de SKUs sem movimento

REGRA PARA CLASSIFICAÇÃO DE PEÇAS SEM MOVIMENTAÇÃO		
Identificação	Regras	Definição
F	de 169 a 336 dias sem venda	Sem movimento
G	de 337 a 420 dias sem venda	
H	de 421 a 504 dias sem venda	Morrendo
I	De 505 a 588 dias sem venda	
J	Maior que 588 dias sem venda	Morto

Anexo VI. Planilha para distribuição de SKUs com movimento nas classes de controle de inventário (ICC)

DISTRIBUIÇÃO DAS PEÇAS COM MOVIMENTO NAS CLASSES DE CONTROLE DE INVENTÁRIO (ICC)					
ICC	Intervalos da Classe de Demanda	Intervalos da Classe de Frequência	Meses sem Venda	Quantidade de Peças	% de Peças
A1					
B1					
B2					
C1					
C2					
D1					
D2					
E1					
F					
G					
H					
I					
J					
Total					