



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
Faculdade de Engenharia Mecânica

**CAROLINE MORITO PEREIRA**

**Práticas do *lean warehouse* em centros de  
distribuição: evidências de múltiplos estudos  
de caso**

CAMPINAS  
2008

**CAROLINE MORITO PEREIRA**

**Práticas do *lean warehouse* em centros de distribuição: evidências de múltiplos estudos de caso**

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestra em Engenharia Mecânica, na Área de Materiais e Processos de Fabricação.

Orientador: Prof. Dr. Rosley Anholon

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA CAROLINE MORITO PEREIRA, E ORIENTADA PELO PROF. DR ROSLEY ANHOLON.

.....  
ASSINATURA DO ORIENTADOR

**CAMPINAS  
2018**

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** Não se aplica.

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura  
Luciana Pietrosanto Milla - CRB 8/8129

P414p Pereira, Caroline Morito, 1987-  
Práticas do lean warehouse em centros de distribuição : evidências de múltiplos estudos de caso / Caroline Morito Pereira. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Rosley Anholon.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Armazéns gerais. 2. Melhoria de processos. 3. Produção enxuta. I. Anholon, Rosley, 1979-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Lean warehouse practices in distribution centers : evidence from multiple case studies

**Palavras-chave em inglês:**

Warehouses

Improvement of processes

Lean production

**Área de concentração:** Materiais e Processos de Fabricação

**Titulação:** Mestra em Engenharia Mecânica

**Banca examinadora:**

Rosley Anholon [Orientador]

Olívio Novaski

Eduardo Guilherme Satolo

**Data de defesa:** 20-07-2018

**Programa de Pós-Graduação:** Engenharia Mecânica

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
MECÂNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MANUFATURA E  
MATERIAIS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADEMICO**

**Práticas do *lean warehouse* em centros de  
distribuição: evidências de múltiplos estudos  
de caso**

Autora: Caroline Morito Pereira

Orientador: Prof. Dr. Rosley Anholon

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:

**Prof. Dr. Rosley Anholon, Presidente**  
**Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)**

**Prof. Dr. Olívio Novaski**  
**Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)**

**Prof. Dr. Eduardo Guilherme Satolo**  
**Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)**

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 20 de julho de 2018.

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais pelo amor incondicional e por terem me ensinado a importância da família. Ao meu afilhado Davi Pereira Viana que nasceu durante esta jornada e tem proporcionado muitas alegrias em minha vida.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e forças para não desistir e lutar pelos meus sonhos de um futuro de sucesso.

Ao meu orientador, professor Dr. Rosley Anholon, pela confiança, apoio e presença constante ao longo do meu Mestrado. Por ter me ensinado o caminho correto a ser seguido, de forma única, admirável e exemplar.

Aos membros de minha Banca de Defesa, professor Dr. Eduardo Guilherme Satolo e professor Dr. Olívio Novaski pela cuidadosa avaliação e enriquecedoras contribuições dadas.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Manufatura e Materiais da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp, pelos anos de aprendizados e amadurecimentos proporcionados, pelos grandes conselhos e tutorias.

Aos meus pais e irmã pelo amor, carinho, dedicação, paciência e incansável apoio durante a realização deste trabalho e ao longo de todos os dias da minha vida. De todos os obstáculos encontrados, o único que me impediria de seguir em frente seria a ausência de vocês.

Aos meus fiéis e grandes amigos pela ajuda, pelos conselhos e por todo o imenso apoio que me deram durante a realização deste Mestrado. Ter vocês ao meu lado tornaram este período um caminho mais fácil e prazeroso.

Aos meus colegas Engenheiros que contribuíram tecnicamente para a estruturação desta pesquisa e aos respondentes do roteiro de entrevistas, que viabilizaram a execução deste trabalho.

## Resumo

Esta dissertação tem como principal objetivo evidenciar múltiplos estudos de caso para análise das práticas do *lean warehouse* em centros de distribuição brasileiros. Esta análise foi construída a partir de um levantamento bibliográfico a respeito do tema e definidas treze práticas, a saber: Otimização de fluxos e eliminação de desperdícios operacionais via aplicação do *Value Stream Mapping* (VSM), Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários (Código de Barras, WMS), Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários por rádio frequência (RFID), Organização do armazém e cultura 5S, Estudos de *layouts* para otimizar espaços de armazenagem, Métodos padronizados para separação de pedidos (*picking*), Gestão de inventário por meio da curva ABC e outras técnicas para endereçamento, Aplicação da técnica de *Cross Docking*, Aplicação dos conceitos de manutenção produtiva total (TPM), Grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores, Estrutura, utilização de indicadores de desempenho (KPI) e gestão visual, Cultura da qualidade e uso de ferramentas para melhoria contínua e Adequação e grau de automação dos equipamentos utilizados no armazém visando produtividade. Após definidas as práticas, foram realizados estudos de caso em 10 centros de distribuição para verificar a aplicação de cada prática no cenário brasileiro. Um Comitê de Engenharia formado por especialistas em *lean warehouse* aferiu notas para as práticas identificadas nos estudos de caso e por fim, realizou-se uma ordenação dos dados através da ferramenta de análise multicritério TOPSIS, com base em três critérios diferentes. Os resultados evidenciaram que independentemente do tipo de critério utilizado, as práticas mais implantadas pouco se alteram e são aquelas que não envolvem investimentos em tecnologia. Por outro lado, práticas como sistemas RFID e *Cross Docking* não foram encontradas em nenhuma das operações, o que demonstram amplas possibilidades de melhorias e desenvolvimentos sobre o tema, de forma a contribuir academicamente para futuras pesquisas.

Palavras-chaves: *Lean warehouse*; Centros de distribuição; Armazéns; *Lean manufacturing*, Dificuldades do *lean warehouse*.

## **Abstract**

This master thesis has as its main objective to highlight multiple case studies to analyze lean warehouse practices in Brazilian distribution centers. This analysis was based on a bibliographical survey about the theme and defined thirteen practices: Flows optimization and disposal of operational wastes via application of Value Stream Mapping (VSM), Use of inventory management technologies (barcode and WMS), Use of inventory management technologies for radio frequency identification (RFID), Organization of the warehouse and 5S culture, Studies of layouts to optimize storage spaces, Standardized methods for separation of orders (picking), Inventory management through the ABC curve and other techniques for addressing, Application of the technique of Cross Docking, Application of the concepts of Total Productive Maintenance (TPM), Degree of involvement and satisfaction of employees, Structure, use of key performance indicators (KPI) and visual management, Quality culture and use of tools for continuous improvement and Optimization and degree of automation of the equipment used in the warehouse in order to productivity. After the practices were defined, case studies were carried out in 10 distribution centers to verify the application of each practice in the Brazilian scenario. An Engineering Committee with experts in lean warehouse gave notes for the practices identified in the case studies and finally, an ordination of data was performed through the TOPSIS multicriteria analysis tool, based on three different criteria. Regardless of the criteria used the results showed that the most implemented practices do not change much and are those that do not involve investments in technology. On the other hand, practices such as RFID and Cross Docking systems have not been found in any of the operations, which show wide possibilities for improvements and developments on the subject, in order to contribute academically to future research.

Key-words: Lean warehouse; Distribution center; Warehouses; Lean manufacturing, Difficulties lean warehouse.

## Lista de Ilustrações

Figura 2.1. Modelo conceitual para melhorias na eficiência de operações de <i>Warehouse</i> .....	26
Figura 2.2. Modelo de avaliação: Conceitos e práticas <i>lean</i> .....	27
Figura 2.3. Os cinco constructos enxutos do modelo proposto para <i>Lean Warehouse</i> .....	28
Figura 3.1. Esquema de direcionamento da pesquisa.....	50
Figura 3.2. Quantidade de artigos por ano de publicação.....	52
Figura 3.3. Escala evolutiva para aferição de notas pelo Comitê de Engenharia.....	59

## Lista de Tabelas e Quadros

Tabela 3.1. Quantidade de artigos coletados em cada uma das bases científicas.....	52
Tabela 3.2. Práticas do <i>lean warehouse</i> encontradas na literatura acadêmica e utilizadas como base do estudo.....	53
Tabela 4.1. Resumo das práticas aplicadas e não aplicadas nos centros de distribuição do estudo de caso.....	79
Quadro 3.1. Passos para a aplicação do TOPSIS.....	58
Quadro 3.2. Parâmetros adotados para cada Grupo pelo Comitê de Engenharia para análises dos dados.....	60
Quadro 4.1. Informações Centros de Distribuição dos Estudos de Caso.....	61
Quadro 4.2. Aferição das notas do Comitê de Engenharia para as 13 práticas do <i>lean warehouse</i> nos centros de distribuição estudados.....	80
Quadro 4.3. Média das notas aferidas peço Comitê de Engenharia para as 13 práticas do <i>lean warehouse</i> nos centros de distribuição estudados.....	81
Quadro 4.4. Cálculos TOPSIS para o critério Tempo de Consultoria do Time de Engenharia..	83
Quadro 4.5. Ranqueamento das práticas do <i>lean warehouse</i> de acordo com o critério Tempo de Consultoria do Time de Engenharia.....	84
Quadro 4.6. Cálculos TOPSIS para o critério Tempo de Experiência do Gestor do 3PL.....	85
Quadro 4.7. Ranqueamento das práticas do <i>lean warehouse</i> de acordo com o critério Tempo de Experiência do Gestor do 3PL.....	86
Quadro 4.8. Cálculos TOPSIS para o critério Faturamento Mensal do Centro de Distribuição.	87
Quadro 4.9 Ranqueamento das práticas do <i>lean warehouse</i> de acordo com o critério Faturamento Mensal do Centro de Distribuição.....	88

## Lista de Abreviaturas e Siglas

- AGV: Veículo Automaticamente Guiado (*Automated Guided Vehicles*).
- AHP: *Analytic Hierarchy Process*
- ANP: *Analytic Network Process*
- CD: Centro de Distribuição
- CEP: Comissão Nacional de Éticas em Pesquisas
- FEM: Faculdade de Engenharia Mecânica
- FIFO: Identifica que o primeiro produto a ser armazenado também deverá ser o primeiro a ser expedido (*First in First Out*)
- JIT: *Just in Time*
- KPI: Indicadores de Performance (*Key Performance Indicator*)
- MAGDM: *Multiple Attribute Group Decision Making*
- MIT: *Massachusetts Institute of Technology*
- RFID: Identificação por Rádio Frequência (*Radio Frequency Identification*)
- SKU: *Stock Keeping Unit*
- SLA: Acordo de Nível de Serviço (*Service Level Agreement*)
- SOP: Procedimentos Operacionais Padrão (*Standard Operating Procedure*)
- SPC: Controle Estatístico do Processo (*Statistical Process Control*)
- PDCA: Planejar, Fazer, Analisar, Colocar em Prática (*Plan, Do, Check, Act*)
- TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- TOPSIS: *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*
- TPM: Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*)
- VMS: Mapeamento de Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*)
- WIP: Estoque em processo (*Work in Progress*)
- WMS: Sistema de Gerenciamento de Armazém (*Warehouse Management System*)
- 3PL: *Third Part Logistics*

## Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Contextualização .....	14
1.2	Situação problema e questões de pesquisa .....	15
1.3	Objetivo Geral e Macro Etapas.....	16
1.3.1	Objetivo Geral.....	16
1.3.2	Macro Etapas.....	16
1.4	Relevância e delimitação da pesquisa.....	17
1.5	Organização do Trabalho.....	18
2	REVISÃO DA LITERATURA .....	19
2.1	<i>Lean Production</i> .....	19
2.2	O <i>lean thinking</i> e sua correlação em ambientes de armazenagem.....	20
2.3	<i>Warehouses</i> e as práticas do <i>lean warehouse</i> .....	24
2.3.1	<i>Warehouses</i> .....	24
2.3.2	<i>Lean Warehouse</i> .....	25
2.3.3	Práticas do <i>lean warehouse</i> .....	29
2.4	Estado da Arte: Aplicação de técnicas multicritério em centros de distribuição.....	43
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	46
3.1	Classificação da Pesquisa .....	46
3.2	Método de Pesquisa .....	50
3.2.1	Revisão Bibliográfica.....	51
3.2.2	Definição das práticas do <i>lean warehouse</i> .....	52
3.2.3	Coleta de Dados .....	55
3.2.4	Elaboração dos Estudos de Caso.....	56
3.2.5	Utilização da técnica TOPSIS para ordenação das práticas avaliadas .....	57
3.2.6	Comitê de Engenharia.....	59
3.2.7	Apresentação dos resultados e debates .....	60
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	61
4.1	Estudos de Caso realizados nos Centros de Distribuição Brasileiros.....	62
4.1.1	Centro de Distribuição (CD1) .....	62
4.1.2	Centro de Distribuição (CD2).....	64
4.1.3	Centro de Distribuição (CD3).....	65
4.1.4	Centro de Distribuição (CD4).....	67
4.1.5	Centro de Distribuição (CD5).....	70
4.1.6	Centro de Distribuição (CD6).....	71
4.1.7	Centro de Distribuição (CD7).....	73
4.1.8	Centro de Distribuição (CD8).....	74
4.1.9	Centro de Distribuição (CD9).....	76
4.1.10	Centro de Distribuição (CD10).....	77
4.2	Aferição de notas pelo Comitê de Engenharia.....	79
4.3	Análises TOPSIS de acordo com os critérios utilizados .....	82
4.3.1	Tempo de Consultoria do Time de Engenharia .....	82
4.3.2	Tempo de Experiência do Gestor do 3PL .....	84

4.3.3	Faturamento Mensal do Centro de Distribuição .....	86
4.4	Discussões acerca dos resultados encontrados .....	88
5	CONCLUSÕES.....	90
	REFERÊNCIAS .....	92
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	102
	APÊNDICE B – Roteiro de Entrevistas .....	106

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A competitividade entre as empresas cresce continuamente e se faz refletir nas cadeias de abastecimento, que devem operar de forma enxuta e sem comprometer a qualidade da distribuição dos produtos (BALLOU, 2010). Diretamente relacionadas a este cenário, encontram-se as operações de armazenagem que, se corretamente gerenciadas, contribuem positivamente no desempenho empresarial (DHARMAPRIYA e KULATUNGA, 2011).

Para Bowersox et al. (2013), a realidade relatada no parágrafo anterior nem sempre se fez presente. Tópicos como a localização estratégica de armazéns<sup>1</sup> na cadeia de suprimentos e estudos sobre técnicas eficientes de movimentação de materiais foram negligenciadas pelos gestores e desconsiderados seu potencial de contribuição na competitividade empresarial. O mesmo autor afirma, entretanto, que isto ficou no passado e atualmente as atividades de armazenagem, se corretamente gerenciadas, agregam maior valor ao cliente.

Phogat (2013) corrobora o pensamento de Bowersox et al. (2013), ao afirmar que as atividades de armazenagem podem se caracterizar como elementos estratégicos na busca pela diferenciação frente aos demais concorrentes. Ao se reduzir os desperdícios existentes nestas atividades, agrega-se valor ao cliente, tanto do ponto de vista de qualidade, quanto do ponto de vista de custos, possibilitando superior nível de serviços e melhorias na cadeia de suprimentos como um todo (BAKER e CANESSA, 2007). Em relação aos custos, contextualiza-se mencionar que as atividades de armazenagem representam aproximadamente 20% dos custos logísticos totais da cadeia de suprimento (FRAZELLE, 2002).

Dentro deste cenário de agregar valor e minimizar desperdícios nas atividades de armazenagem, começaram a ganhar força nos últimos anos dentro das cadeias de abastecimento os princípios de produção enxuta (livre de desperdícios). A produção enxuta, também chamada de *lean production*, originou-se nas plantas produtivas da empresa *Toyota*

---

<sup>1</sup> Diferentes autores utilizam diferentes termos para se referirem a armazéns. Desta forma, esta pesquisa irá tratar os termos armazéns, centros de distribuição e *warehouses* (do inglês) como sinônimos.

*Motor Company* no Japão, tendo como destaque por sua criação, Taichii Ohno. Na década de 90, os princípios e práticas do *lean production* se proliferaram pelo mundo e suas aplicações deixaram de ser exclusivas do ambiente fabril, passando a ser aplicados em escritórios, hospitais, atividades logísticas, etc. A aplicação das técnicas de manufatura enxuta na gestão dos armazéns ou centros de distribuição se caracteriza como uma destas variações e recebe o nome de *lean warehouse* (armazenagem enxuta). Assim como na filosofia original, resulta em reduções de desperdícios e melhor desempenho operacional, agregando valor ao cliente (DEHDARI, 2013; SOBANSKI, 2009; SHARMA e SHAH, 2016).

Garcia (2003) acredita que o armazenamento enxuto pode se caracterizar como um grande diferencial para os centros de distribuição, pois a adoção dos princípios e práticas enxutas otimizam o fluxo de armazenagem e melhoram o nível de serviço aos clientes (VISSER, 2014). Tais resultados, entretanto, só serão alcançados com empenho e dedicação, pois exigem ações como controle acurado de estoques, tempos de respostas curtos e atendimento a uma maior variedade de produtos aos clientes, com qualidade (MUSTAFA, 2015).

Apesar da importância e relevância das técnicas *lean* para as atividades de armazenagem, verifica-se que a quantidade de trabalhos publicados em relação ao tema é escassa, sendo diversas as lacunas plausíveis de serem exploradas (MUSTAFA, 2013). Restringindo a utilização do *lean* em armazéns, Bozer (2012) relata que não se apresenta o mesmo nível de maturidade da aplicação observada no ambiente fabril, existindo possibilidade para pesquisas que desenvolvam novas ferramentas, modelos, etc.

A pesquisa apresentada por esta dissertação tem como macro temática o *lean warehouse* e objetiva evidenciar múltiplos estudos de caso em centros de distribuição brasileiros. O tema está em acordo com a linha de pesquisa “Sistemas Produtivos” do programa de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp.

## **1.2 Situação problema e questões de pesquisa**

Ao se analisar criticamente a literatura envolvendo o tema *lean warehouse* é nítido que suas práticas levam a ganhos expressivos de produtividade, qualidade e satisfações dos funcionários (VISSER, 2014). Além da redução de desperdícios, as práticas enxutas em centros de distribuição caracterizam uma cultura de melhoria contínua em que os funcionários trabalham com foco no cliente final e se esforçam para atingir a perfeição a cada dia. Estes aspectos conduzem a um aumento na qualidade da entrega e a uma melhor capacitação de recursos, envolvendo colaboradores de todos os níveis nas tomadas de decisão (FRAZELLE, 2002; PHOGAT, 2013; ZYLSTRA, 2006).

Apesar das informações mencionadas anteriormente, quando analisada a literatura, observam-se que as evidências empíricas no meio acadêmico destas afirmações são limitadas e carecem de estudos (BOZER, 2012; MUSTAFA, 2015; VISSER, 2014). Para os centros de distribuição brasileiros, não existe ao menos uma análise que auxilie discussões sobre a aplicação das práticas de armazenagem enxuta que possam direcionar futuras pesquisas e contribuir positivamente para a melhoria desta técnica.

Tomando-se por base as informações descritas, elabora-se a questão de pesquisa que norteia a presente dissertação: 1) Quais são as práticas do *lean warehouse* aplicadas em centros de distribuição brasileiros?

### **1.3 Objetivo Geral e Macro Etapas**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Define-se como objetivo geral desta dissertação: evidenciar múltiplos estudos de caso para análise das práticas do *lean warehouse* em centros de distribuição brasileiros.

#### **1.3.2 Macro Etapas**

Definem-se como macro etapas desta dissertação:

- Realizar uma revisão da literatura, aprofundando o conhecimento sobre o tema *lean warehouse* e técnicas de decisão multicritérios aplicadas em centros de distribuição;
- Levantar as principais práticas do *lean warehouse* encontradas na literatura, com o intuito de gerar a base conceitual para o desenvolvimento da pesquisa;
- Visitar as operações dos centros de distribuição brasileiros escolhidos, para realizar a análise documental, entrevistas com gestores, observações diretas, conhecer os cenários e reforçar a validade do constructo do estudo de caso desta pesquisa;
- Estruturar um sistema de escalas de pontuação evolutiva (1 a 5) para avaliação de um Comitê de Engenharia sobre o grau de aplicação das práticas do *lean warehouse* nos centros de distribuição estudados;
- Realizar reuniões com o Comitê de Engenharia para avaliação do grau de aplicação das práticas do *lean warehouse* nos 10 centros de distribuição estudados nesta pesquisa, utilizando a escala de pontuação evolutiva desenvolvida;
- Utilizar a técnica de decisão multicritério TOPSIS para ordenar as práticas do *lean warehouse* aplicadas nos centros de distribuição estudados, com base nas notas do Comitê de Engenharia e nos critérios de avaliação escolhidos;
- Explorar os dados, realizar o confronto com a literatura a respeito dos resultados encontrados e fornecer assim, uma análise inicial sobre as práticas do *lean warehouse* no cenário brasileiro que permitam o desenvolvimento de novas ferramentas e modelos de aplicação;
- Conclusões.

#### **1.4 Relevância e delimitação da pesquisa**

Como salientado, não foram encontrados na literatura estudos acadêmicos que apresentem análises sobre práticas do *lean warehouse* em centro de distribuição brasileiros,

mais especificamente, que tenham utilizado a técnica TOPSIS para ordenação de resultados. Desta forma, o mesmo traz aspectos inovadores e direciona futuras pesquisas, evidenciando-se desta forma a relevância deste trabalho.

Com relação a sua delimitação, torna-se importante mencionar que os resultados apresentados por esta dissertação tomam por base os dados de estudos de caso realizados em 10 centros de distribuição brasileiros.

## **1.5 Organização do Trabalho**

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos. Os elementos apresentados nesta seção recebem a denominação capítulo 1 “Introdução”. No capítulo 2 intitulado “Revisão da Literatura”, apresentam-se os conceitos teóricos sobre os quais esta pesquisa se fundamenta, bem como o aprofundamento das práticas do *lean warehouse* encontradas na literatura. Também, serão apresentados métodos de análises multicritérios aplicados em centros de distribuição de forma a contribuir com os objetivos desta pesquisa. O capítulo 3 tem por título “Procedimentos Metodológicos” e apresenta a classificação da pesquisa segundo os critérios clássicos e as etapas desenvolvidas para a obtenção dos resultados, destacando o método de análise multicritério TOPSIS utilizado. O capítulo 4 denominado “Resultados e Discussões” apresenta os estudos realizados em 10 centros de distribuição brasileiros a respeito da aplicação das práticas do *lean warehouse* levantadas na literatura. Também, apresenta as pontuações referentes ao grau de aplicação destas práticas aferidas pelo Comitê de Engenharia ao utilizar uma escala evolutiva (1 a 5). Então, é realizada a análise multicritério TOPSIS para ordenar as práticas com base nos critérios escolhidos pelo Comitê. Por fim, apresenta-se os resultados obtidos e um debate acerca dos mesmos, tomando por base os pressupostos apresentados pela literatura. No capítulo 5 apresentam-se as conclusões e listam-se as referências bibliográficas utilizadas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 *Lean Production*

Originado na indústria automobilística japonesa, em particular na *Toyota Motor Company*, o *lean production* surgiu após a Segunda Guerra Mundial, época em que o mercado exigia maior flexibilidade e novas estratégias competitivas junto aos concorrentes (SHINGO, 1989). Seu grande idealizador Taiichi Ohno revisitou os conceitos e técnicas aplicadas no sistema de produção em massa de Henry Ford e, dentre as realizações, promoveu um pensamento com uma série de inovações. Dentre elas, cita-se o sistema *Just-In-Time* (JIT), auxiliado pelo método *kanban* de produção puxada e o *Jidoka*, em que os colaboradores têm autonomia para interromper a produção ao detectarem anormalidades e resolver problemas, evitando assim os desperdícios, como refugos ou retrabalhos (HINES et al., 2004). Estes conceitos forneceram para os sistemas produtivos um fluxo contínuo com grande variedade de produtos, representando um sistema alternativo para a produção em massa, caracterizado por grandes lotes e muitos desperdícios (*LEAN INTERPRISE INSTITUTE*, 2016).

Os princípios e práticas do sistema de produção *lean* ficaram conhecidos mundialmente por meio do livro “A Máquina que Mudou o Mundo: A História da Produção *Lean*”, escrito pelos pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) Womack, Jones e Ross em 1996 (PHOGAT, 2013). De acordo com os autores, estes princípios e práticas do sistema de produção *lean* são utilizados para agregar o máximo de valor aos clientes, de forma a eliminar desperdícios de processos e transmitir velocidade às organizações (WERKEMA, 2006).

Liker (2004) afirma que todos os tipos de negócio se beneficiam das ferramentas e conceitos *lean*, e não apenas os processos de manufatura, na qual foram inicialmente desenvolvidos. Estes são de natureza genérica, portanto, são aplicados em várias situações e ambientes de trabalho, como por exemplo, prestação de serviços, gestão da cadeia de abastecimento ou no armazenamento (MUSTAFA, 2015). Neste contexto, Womack e Jones (1996) introduziram o chamado Pensamento Enxuto ou *Lean Thinking*, que descreve práticas

*lean* não como manufatura enxuta, mas sim como sistemas enxutos. Este pensamento tem como objetivos especificar e determinar valor aos processos, criar ações dispostas no melhor fluxo sequencial e executar as atividades de maneira ininterrupta, apenas quando forem necessárias e sempre da forma mais eficaz.

## **2.2 O *lean thinking* e sua correlação em ambientes de armazenagem**

O *lean thinking*, apresentado por Womack e Jones (1996) através da publicação *Lean Thinking: banishing waste and create wealth in your Corporation*, tem como foco a redução ou eliminação de desperdícios operacionais e está associado aos conceitos e práticas do *lean production*, citado no tópico anterior deste trabalho. Neste livro, os autores introduzem cinco princípios do pensamento enxuto para alcançar estes objetivos, a saber: valor, fluxo de valor, fluxo, puxar e perfeição ou melhoria contínua (PIERCY e RICH, 2009).

Ao falar sobre o primeiro princípio, valor, os autores afirmam que este deve ser especificado do ponto de vista do cliente final, de maneira a identificar o que é importante para ele, respeitando a sua perspectiva, e não a do fornecedor ou fabricante. Acrescentam que qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor, é considerado desperdício. Ohno (1988) apresenta como objetivo fundamental do pensamento enxuto a relação entre atividades criadoras de valor e atividades que não agregam valor, eliminando o que o autor classifica como as sete formas existentes de desperdícios. Abaixo detalhes de cada desperdício e são identificados dentro de ambientes de armazenagem:

- Superprodução: Produzir além das necessidades ou além da realidade momentânea do mercado, resultando em um fluxo deficiente de informações e materiais, criando assim, excesso de estoques (SINGH et al., 2010). Como os armazéns geralmente não possuem processos produtivos, a superprodução acontece, por exemplo, quando um pedido é separado muito tempo antes de ser expedido, gerando acúmulo de material parado em processo (BOZER, 2012).
- Defeitos: Quando algum item que está sendo produzido, ou mesmo o produto acabado, não atende às características de qualidade exigidas, por falhas no processo.

Em consequência disto, descarta-se o item defeituoso ou ocorre seu retrabalho, o que aumenta o custo de produção. Este tipo de incidente não pode ser completamente evitado, porém métodos de controle de qualidade ajudam a reduzir o índice de tais falhas (MANGAN et al., 2011). Em ambientes de armazenagem, observa-se este tipo de desperdício quando um item é danificado durante sua movimentação ou então, é separado para atender pedidos de clientes com algum tipo de erro, com quantidades de produtos a mais ou a menos, causando retrabalhos no processo (MUSTAFA, 2015).

- **Excesso de Estoques:** Quando a empresa possui estoques de produtos acabados ou semiacabados (que não geram renda e, portanto, não agregam valor) maiores que o mínimo necessário. De modo geral, esse desperdício representa a ocupação de grandes áreas e custos com manutenção dos itens estocados (BOWERSOX et al., 2013). Bozer (2012) complementa ainda que, em armazéns, este desperdício é observado quando há incertezas nas previsões de vendas, armazenando-se em excesso, até que a demanda do mercado consuma todo o estoque. Uma outra forma deste desperdício ocorre quando existem itens obsoletos armazenados que não serão consumidos pelo mercado, e geram custos de manutenções de estoques.
- **Processamento Impróprio:** Processar além do necessário, muitas vezes de forma incorreta, aumentando os custos no processo. Um exemplo apontado são máquinas e equipamentos utilizados de maneira inadequada nas operações ou então, procedimentos pouco claros e equipes sem treinamentos, que não seguem um padrão ao executar as atividades (CUATRECASAS, 2004). Em armazéns o processamento impróprio ocorre quando se utiliza um equipamento que ofereça maior capacidade do que o necessário para a atividade ou então, quando um processo passa por diferentes tipos de conferências para garantir que, ao final do processo, não contenham erros (JACOBS et al., 2009; SWART, 2015).
- **Transportes:** Movimentar de forma excessiva materiais e equipamentos dentro de um processo, ou seja, deslocamentos desnecessários que geram desperdícios de tempo e, por não agregarem valor, geram aumento no custo de transportes (MANGAN et al., 2011). Em centros de distribuição verifica-se este desperdício

quando os produtos armazenados não se encontram de fácil alcance dos operadores, necessitando intervenção de equipamentos (De KOSTER et al., 2007).

- Esperas: Este desperdício ocorre quando há longos períodos de inatividade pessoal (quando um colaborador ou uma equipe precisam aguardar por algum tipo de material ou informação), o que resulta em gargalos, fluxos deficientes e acrescenta tempo desnecessário a todo o processo de fabricação (BOWERSOX et al., 2011). Em operações de armazéns, segundo Swart (2015), este desperdício é percebido quando as posições de *picking* (do inglês separação de pedidos) não se encontram abastecidas, sendo necessário aguardar até que os materiais sejam repostos. Também, de acordo com Bozer (2012), quando há escassez de equipamentos, ou os mesmos estão indisponíveis por motivos de manutenções corretivas, e os colaboradores devem esperar até que os recursos estejam novamente disponíveis e liberados para uso.
- Movimentação: Qualquer movimento desnecessário de pessoas que seja causado por uma má organização no local de trabalho, como movimentos de ida e volta para buscar peças ou ferramentas devido à falta de padrão de processos e/ou *layouts* mal elaborados (JACOBS et al., 2009). Ainda segundo o autor, estudos de tempos e métodos contribuem para eliminar estes movimentos desnecessários e traçar os melhores padrões de processo, bem como elaborar *layouts* que favoreçam o fluxo operacional. De Koster et al. (2007) exemplificam que, em armazéns, este desperdício existe especialmente no deslocamento desnecessário na atividade de *picking*, quando os produtos não se encontram alocados no estoque de forma a minimizar as viagens para separação de pedidos, aumentando as distâncias percorridas.

O segundo princípio trata-se do fluxo de valor, que identifica toda a sequência de processos desde a entrada da matéria-prima até a chegada do produto acabado no cliente final (WOMACK; JONES, 1996). Para (PIERCY e RICH, 2009), mapear todo o fluxo de valor de uma organização é uma forma de expor seus desperdícios, de forma a ter claro as atividades que agregam e que não agregam valor. Ao fazer este mapeamento, é possível compreender os impactos que as mudanças de certos processos terão para a cadeia como um todo. Em centros

de distribuição, o fluxo de valor inicia nas atividades de recebimento de materiais e finaliza com a expedição de pedidos aos clientes (FRAZELLE, 2002).

Após a avaliação do fluxo de valor, de acordo com Womack e Jones (1996), o próximo passo é criar um fluxo seguindo com o terceiro princípio, concentrando-se no produto e nas suas necessidades, minimizando os tempos de espera entre as atividades e eliminando desperdícios. Ao definir um fluxo como a sucessão progressiva e contínua de atividades, os produtos seguem até o cliente final sem qualquer tipo de atraso ou paradas. Algumas práticas *lean* favorecem este fluxo, como por exemplo o JIT, troca rápida de ferramentas, controles visuais, nivelamentos de demanda, capacitações de colaboradores, dentre outros (WOMACK e JONES, 2003). Em centros de distribuição, o fluxo ocorre por meio do recebimento de materiais, com inspeção de produtos e seu armazenamento, posteriormente ao processo de separação de pedidos de acordo com os requisitos dos clientes e finalmente, com o processo de despacho, em que os pedidos prontos são expedidos para seus destinos finais (SWART, 2015).

O quarto princípio, fluxo puxado, objetiva atender apenas a demanda do cliente, ajustando assim a produção de acordo com suas necessidades, de forma a reduzir a superprodução, um dos sete desperdícios citado anteriormente (WOMACK e JONES, 1996). Ainda segundo os autores, os sistemas *kanban* são muito utilizados para proporcionar fluxos puxados, pois controlam toda a liberação de materiais no processo, reduzindo os desperdícios e dando ritmo às atividades. De forma complementar, Swart (2015) afirma que em processos de armazenagem, os cartões *kanban* podem ser usados para o transporte de pouco material por vez, garantindo um fluxo mais contínuo entre etapas e minimizando dos estoques em processo.

O quinto e último princípio, conforme conceituam Womack e Jones (1996) trata-se da perfeição ou melhoria contínua. Esta busca se dá pela eliminação completa de desperdícios para que todas as atividades fluam de forma a agregar valor ao processo. Os autores argumentam que uma empresa deve competir com a perfeição, e não apenas com os concorrentes. Bicheno e Holweg (2009) em seu trabalho verificam a afirmação de Womack e Jones (1996) e adicionam que uma empresa deve se preocupar com o *benchmarking* e as boas práticas dos concorrentes, para buscar a perfeição de forma contínua através de práticas *lean*. Mustafa (2015), em seu trabalho, aborda que no armazenamento, a perfeição pode ser

classificada como "o pedido perfeito". Isso é visto como entregar os pedidos de clientes exatamente no tempo certo, livre de quaisquer danos ou defeitos e contendo os materiais corretos. Atender pedidos com precisão significa ter inventários com elevado índice de acuracidade, complementa o autor.

Os princípios *lean* foram aplicados com sucesso em diversos centros de distribuição, originalmente nos de peças da fábrica da Toyota, mas tiveram pouca exposição na literatura (LIKER, 2004). O conceito *lean* em processos de armazenagem, após cinquenta anos da fabricação enxuta, chegou à vanguarda em serviços e operações de armazéns, de forma a eliminar parte dos desperdícios (SOBANSKI, 2009). Segundo Womack (2006), para reduzir custos e eliminar desperdícios em toda a cadeia de suprimentos, o foco deve ir para as áreas menos tradicionais das organizações. Economias baseadas em serviços, armazenagem e distribuição de bens se tornarão uma fonte essencial de vantagem competitiva para muitas empresas, reafirmando a importância de conceitos como *lean logistic*, *lean warehouse* e otimização da cadeia de suprimentos como um todo.

### **2.3 Warehouses e as práticas do *lean warehouse***

#### **2.3.1 Warehouses**

*Warehouses*, também abordados nesse trabalho como armazéns ou centros de distribuição, desempenham um papel fundamental nas cadeias de abastecimento, definindo em grande parte o sucesso das empresas em termos de competitividade quando avaliados custos e níveis de serviço ao cliente (FRAZELLE, 2002). Apesar das elevadas despesas com a realização de estoques, os armazéns funcionam como um amortecedor entre a variabilidade da oferta e da demanda, o que os torna elementos necessários nas cadeias de suprimentos contemporâneas (GU et al., 2007).

Como atividades base, os *warehouses* realizam recebimento de materiais, sua armazenagem, separação de pedidos e expedição (De KOSTER et al., 2007). Segundo Baker e

Halim (2007), o processo de recebimento classifica-se pela chegada dos *Stock Keeping Unit* (SKU) no armazém, atualização de registros de inventário e inspeção para verificar divergências de quantidades e inconsistências de qualidade. Em seguida, ocorre a transferência destes SKU para as áreas de armazenagem, podendo ser áreas de reserva ou áreas dedicadas à coleta de itens, no qual os mesmos ficam disponíveis de forma acessível para os processos de separação de pedidos.

Estas atividades resultam em elevadas despesas aos armazéns e provocam um desafio em reduções de custos e manutenção dos altos níveis de qualidade ao cliente. Fatores como comércio eletrônico, colaboração na cadeia de suprimentos, globalização, tecnologias e novas técnicas de gestão como metodologias e práticas *lean* têm levado os *warehouses* a patamares de sucesso, encaminhando-os para controles de inventários apurados, menores tempos de respostas aos clientes e maior variedade de produtos entregues (GU et al., 2007).

### **2.3.2 Lean Warehouse**

Existe uma contradição entre o pensamento *lean* e suas práticas dentro de um ambiente de armazenagem, uma vez que conforme mencionado acima, os princípios enxutos em um cenário ideal, regem a um fluxo de valor livre de desperdícios, sem estoques em processo e com uma produção puxada de acordo com as necessidades dos clientes (BOZER, 2012). Para Swart (2015), armazenar é basicamente uma atividade que não agrega valor, mas, conforme mencionado por Frazelle (2002), é extremamente necessária para garantir que o cliente seja atendido no tempo correto de suas necessidades.

Neste contexto, surge a necessidade de alavancar nos *warehouses* as operações que envolvem tempo e custo, ao eliminar ao máximo seus desperdícios e otimizar as atividades que agregam valor ao cliente (SHAH e WARD, 2007). O *lean warehouse* assegura entregas com qualidade e precisão aos clientes, devido a uma maior eficiência e produtividade adquiridas com os conceitos e práticas enxutas. E, embora não exista uma definição precisa de um armazém *lean*, existem alguns conceitos e práticas que, quando aplicadas, potencializam as funções de um *warehouse* (SHARMA e SHAH, 2016). Estes conceitos discutem todas as

características organizacionais, operacionais e humanas relacionadas ao armazenamento enxuto.

Alguns autores na literatura têm buscado desenvolver modelos com base nestes conceitos e práticas que auxiliem os centros de distribuição a alcançar ganhos competitivos ao agregar valor nas atividades e eliminar desperdícios, de forma a manter uma operação enxuta. Gunasekaran et al. (1999) em seu trabalho desenvolveu um modelo conceitual para melhorar a eficácia das operações de armazenagem e atingir reduções de custos com alto nível de atendimento ao cliente. Neste modelo, o autor aplica conceitos do *lean thinking* como JIT, fluxo puxado, lote mínimo, reduções de desperdícios e melhoria contínua, com objetivo de reduzir estoques em processo, tempos de processos e garantir fluidez operacional. Este modelo pode ser visualizado na Figura 2.1.



Figura 2.1. Modelo conceitual para melhorias na eficiência de operações de *Warehouse*. Adaptado de Gunasekaran et al. (1999).

Outro trabalho encontrado na literatura é de Sobanski (2009), que desenvolveu um detalhado modelo de avaliação dos conceitos *lean* dentro de ambientes de armazenagem, com objetivo de medir a aplicação de cada prática correspondente à fabricação enxuta aplicados em diferentes armazéns. O autor salienta oferecer ao ambiente acadêmico informações úteis para empresas que estão iniciando a implantação do *lean* em seus centros de distribuição, e um método para avaliação da maturidade da aplicação destas práticas. Esta avaliação foi realizada

em um grande 3PL (*Third Part Logistics*)<sup>2</sup> em vinte e cinco armazéns, com operações localizadas nos Estados Unidos, Canadá, Alemanha e Holanda nos setores automotivos, bens de consumo e tecnologia. Cada conceito relacionado e as práticas avaliadas pelo autor estão ilustradas na Figura 2.2.

Conceitos	Práticas <i>Lean</i>								
	SOP's	Trabalho Padrão	Famílias de Produtos	Processos Comuns e Boas Práticas	Rotas Otimizadas	Carregamentos	-	-	-
<b>1. Processos Padronizados</b>									
<b>2. Pessoas</b>	Segurança e Ergonomia	Liderança e Direcionamentos	Estilos de Gestão	Treinamentos	Trabalho em Equipe e Fortalecimentos	Envolvimento Diário	Reconhecimentos	Estratégias de Comunicação	Absenteísmo e Rotatividade
<b>3. Qualidade na Fonte</b>	5 Porquês, Análises de Causa, Pareto	Inspeção e Automação	Métodos a Prova de Erros	Acuracidade de Inventário	Qualidade de Processos e Produtos	Métricas de Qualidade	-	-	-
<b>4. Gestão Visual</b>	Mapa do Fluxo de Valor	Painéis de Controle	Métricas e Indicadores	Rastreamento <i>Lean</i>	Controles Visuais	Sistemas <i>Andon</i>	Relatórios A3	-	-
<b>5. Organização do Posto de Trabalho</b>	Sinalizações	Limpeza	Gestão de Materiais	Ponto de Armazenagem	Área de Resolução de Problemas	-	-	-	-
<b>6. Dimensionamento de Lotes</b>	Tamanho de Lote	WIP	<i>Kanban</i>	Troca Rápida	Acompanhamento de Tempo de Processo	Inventário Cíclico	Frequência de Ordens	-	-
<b>7. Fluxo de Materiais</b>	Sistemas Puxados	Fluxo Nivelado	FIFO	<i>Layouts</i>	Velocidade e Agilidade	Distâncias	Estrutura Celular	Estabilização de Demanda	<i>Cross-Docking</i>
<b>8. Melhoria Contínua</b>	PDCA	Eventos Kaizen	Sugestões de Colaboradores	Gestão à Vista	Manutenção Preventiva	Integração com Fornecedores	SPC	Equipamentos e Tecnologias	-

Figura 2.2. Modelo de avaliação: Conceitos e práticas *lean*  
Adaptado de Sobanski (2009).

Como complemento aos dois modelos anteriores também foi encontrado na literatura o trabalho de Mustafa (2015), que desenvolveu sua pesquisa construindo um modelo teórico sobre armazenagem enxuta, por meio de uma detalhada revisão da literatura, baseado nos conceitos do *lean production* e nos princípios do *lean thinking*, também abordados por Gunasekaran (1999). O modelo de Mustafa (2015) encontra-se ilustrado na Figura 2.3.

O autor realizou uma pré-seleção dos conceitos *lean* relevantes em termos de abrangência e aplicabilidade dentro de centros de distribuição, de forma a refletir um sistema organizacional que tange todos os aspectos relacionados. Dentro de cada conceito, o autor discorre sobre práticas enxutas aplicáveis para cada etapa do modelo.

<sup>2</sup> Traduzido para o português significa Operador Logístico. Refere-se a uma organização, inteiramente responsável por cuidar das operações logísticas de determinada empresa (PANOUSOPOULOU et al., 2012).

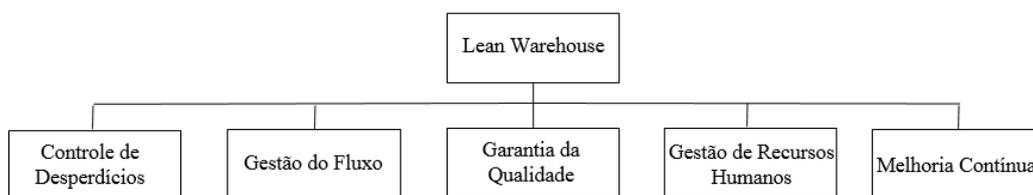


Figura 2.3. Os cinco constructos enxutos do modelo proposto para *Lean Warehouse*  
Adaptado de Mustafa (2015).

Abaixo, as práticas enxutas aplicáveis, de acordo com o modelo de Mustafa (2015):

- Controle de Desperdícios: mapa do fluxo de valor (VSM), organização do posto de trabalho e 5S, padronização de processos, manutenção preventiva;
- Gestão do Fluxo: nivelamento de demanda (*Heijunka*), tamanho de lote, sistema puxado, plano otimizado de *picking*, *cross docking*;
- Garantia da Qualidade: qualidade na fonte, gestão visual, análise de causas raízes, inspeção e automação;
- Gestão de Recursos Humanos: liderança e comprometimento, treinamento e comunicação, trabalho em equipe e empoderamento, reconhecimentos e motivação;
- Melhoria Contínua: PDCA (planejar, fazer, checar, colocar em prática), eventos Kaizen sugestões de funcionários.

Apesar destes modelos previamente apresentados fornecerem uma ampla visão de princípios *lean* aplicáveis em ambientes de armazenagem, nenhum deles trouxe exemplos de aplicações práticas, mantendo-se no âmbito teórico do tema. De acordo com Van den Berg (2007), Gu et al. (2007) e De Koster (2007), é importante observar que as práticas e conceitos enxutos se corretamente aplicados em processos de armazenagem, oferecem níveis de serviços competitivos em relação a custos mais baixos e alta qualidade, garantindo ao *warehouse* ou a toda a cadeia de abastecimento uma grande vantagem competitiva.

Neste contexto e observando-se a importância de fornecer uma visão das práticas *lean* aplicadas em armazéns, foram utilizados os modelos de cada autor, apresentados anteriormente, como base de desenvolvimento desta pesquisa. A partir destes, buscou-se na literatura as práticas enxutas mais aplicáveis abordadas em trabalhos acadêmicos e definido assim, o recorte da pesquisa sobre o tema.

### 2.3.3 Práticas do *lean warehouse*

A seleção das práticas do *lean warehouse* neste tópico baseia-se nos modelos dos autores Gunasekaran (1999), Sobanski (2009) e Mustafa (2015), e dentro dos conceitos do *lean thinking* anteriormente abordados. Sendo assim, serão apresentadas 13 práticas aplicáveis em centros de distribuição mais citadas na literatura acadêmica<sup>3</sup>, a saber: P1) Otimização de fluxos e eliminação de desperdícios operacionais via aplicação do *Value Stream Mapping* (VSM); P2) Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários (Código de Barras e WMS); P3) Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários por rádio frequência (RFID); P4) Organização do armazém e cultura 5S; P5) Estudos de *layouts* para otimizar espaços de armazenagem; P6) Métodos padronizados para separação de pedidos (*picking*); P7) Gestão de inventário por meio da curva ABC e outras técnicas para endereçamento; P8) Aplicação da técnica de *Cross Docking*; P9) Aplicação dos conceitos de manutenção produtiva total (TPM); P10) Grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores; P11) Estrutura, utilização de indicadores de desempenho (KPI) e gestão visual; P12) Cultura da qualidade e uso de ferramentas para melhoria contínua; P13) Tecnologias e grau de automação dos equipamentos utilizados no armazém visando produtividade.

Em cada prática descrita, serão comentados os trabalhos encontrados dentro do recorte desta pesquisa em que as mesmas tenham sido efetivamente aplicadas em centros de distribuição. Também, serão destacadas oportunidades para futuros trabalhos relacionados às práticas em que não foram observados estudos aplicados.

#### **Prática 1: Otimização de fluxos e eliminação de desperdícios operacionais via aplicação do *Value Stream Mapping* (VSM)**

Uma das práticas citadas na literatura relacionada a armazéns é o Mapeamento do Fluxo de Valor ou VSM (do inglês *Value Stream Mapping*) graças a sua capacidade de

---

<sup>3</sup> A Autora deste trabalho fez uma análise detalhada para verificar todos os autores relacionados ao tema *lean warehouse* e as práticas aplicadas. Os resultados serão apresentados na seção 3.2.1 Revisão Bibliográfica.

fornecer uma exibição completa do fluxo operacional e fontes de desperdícios. Também, para orientar as melhorias a serem realizadas (DAL FORNO et al., 2014).

Segundo Garcia (2003), o mapa de fluxo de valor do estado atual mostra como o armazém opera e serve como base de mudanças para um estado futuro, destacando oportunidades de reduções de tempos de processos e otimização de fluxos.

De acordo com Pan et al., (2010), os elementos constituintes de um VSM são:

- Identificar o produto alvo a ser mapeado: determina-se o fluxo de valor a ser melhorado, identificando o ponto de partida e o ponto final do processo;
- Desenhar o estado atual do mapa de fluxo de valor: descreve-se o estado atual dos fluxos de materiais e informações. Para isto, a equipe deve observar os processos, documentando cada fato (por exemplo, tempos de ciclo das atividades, requisitos de pessoas e equipamentos, dentre outros) e descrever o sistema em um mapa apropriado por meio de ícones padronizados;
- Avaliar o mapa de estado atual e desenhar o estado futuro: o procedimento investiga se cada atividade do processo está adicionando valor ou não, permitindo assim identificar as anomalias do sistema a serem melhoradas e reduzir ao máximo os desperdícios.

No trabalho de Dharmapriya e Kulatunga (2011), os autores utilizam a ferramenta para identificar fontes de desperdícios no *layout* atual do armazém estudado. Em seguida, realizam melhorias por meio de técnicas heurísticas para utilizar o espaço de forma eficiente e fornecem um local de armazenagem econômico para cada tipo de item, chegando a reduzir em 30% os deslocamentos na separação de pedidos. Já Gopakumar et al. (2008), identificaram por meio de um VSM realizado em um grande armazém de alimentos, diversas fontes de desperdícios. Depois, utilizaram um método de simulação de eventos discretos para modelar o funcionamento do sistema atual e quantificar estes desperdícios para atacar em suas causas.

Dotoli et al. (2015) em seu trabalho, utilizaram a ferramenta VSM no armazém de um produtor italiano de objetos para *design* de interiores, com objetivo de identificar as fontes de desperdícios e como estes afetam o desempenho operacional. Em seguida, propõem a implantação de um sistema de gerenciamento de armazéns (*Warehouse Management System – WMS*) que leva a uma melhor qualidade e rentabilidade do *warehouse*, de forma a reduzir os desperdícios que o mapeamento identificou.

O WMS (do inglês *Warehouse Management System*), em conjunto com tecnologias como códigos de barras, mostrou-se uma prática enxuta para controles de inventários e otimização de operações de armazenagem abordada no meio acadêmico, conforme será tratado no tópico a seguir.

## **Prática 2: Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários (Código de Barras e WMS)**

Gerenciar e administrar a distribuição física de materiais é uma etapa crítica da logística. De acordo com Kilic et al. (2012), o manuseio de materiais é uma questão importante que se deve levar em consideração para reduções de custos em operações de armazenagem. Neste contexto, a adoção de novas filosofias de gestão dos centros de distribuição traz desafios em relação a tecnologias da informação, que são cada vez mais requisitadas para auxiliar no gerenciamento e controle de inventários (GU et al., 2007). Estas tecnologias, como códigos de barras para identificação de materiais, são requisitos básicos para o sistema WMS e fornecem inúmeras oportunidades de melhorias nas operações de armazéns (MALTA e CUNHA, 2011).

O WMS controla a base de dados de inventários desde o recebimento do material até sua expedição e seu objetivo é apoiar os processos que envolvem toda esta movimentação. Atividades como rastreabilidade das operações, inventários físicos rotativos e gerais, planejamento e controle de capacidades, controle de lotes, processos de *picking* e otimização de rotas em *layouts*, aumentam a precisão das informações e potencializam o controle de estoque (DOTOLI et al., 2015).

Neste contexto, Costa e Gobbo Júnior (2008) em seu trabalho descrevem as etapas de implantação de um sistema WMS no armazém de um varejista moveleiro. Exploram que a escolha do WMS a ser colocado em operação deve ser feita com base em uma especificação técnica genérica das operações no armazém em que será implantado. Riscos como mal planejamento de etapas e falta de parcerias com elos de toda cadeia foram destacados no trabalho como críticos em uma implantação, comprometendo o futuro desempenho das operações.

Faber et al. (2002) em seu trabalho, conduziu uma pesquisa exploratória em centros de distribuição que haviam recentemente implantado o WMS e, com base nas informações do estudo, apresenta quatro proposições que interligam complexidades de atividades dos armazéns com métodos de planejamento e controle gerenciados pelo sistema, a saber:

- Proposição 1: o número de linhas de pedidos processadas por dia e o número de produtos ativos são variáveis de complexidade mensuráveis do armazém;
- Proposição 2: quanto mais complexo for um armazém, mais específica será a sua estrutura de controle e planejamento;
- Proposição 3: quanto mais simples um armazém, mais padronizada será a estrutura de planejamento e controle;
- Proposição 4: quanto mais alinhados estiverem os processos de construção do armazém com a estrutura a ser utilizada para planejamento e controles com WMS, mais competitivo este armazém será.

Os autores concluem que fatores como variedade de itens movimentados, o grau de interação entre eles ao longo do processo, quantidade de operações envolvidas bem como planejamento, direcionamento e coordenação do fluxo de materiais no armazém têm forte ligação com o tipo de WMS a ser implantado.

Interligados ao tema WMS, foram encontrados trabalhos que abordam esta tecnologia conjuntamente com a tecnologia por rádio frequência, prática abordada no tópico a seguir.

### **Prática 3: Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários por rádio frequência (RFID)**

A tecnologia de Identificação por Rádio Frequência (do inglês *Radio Frequency Identification* - RFID) tornou-se uma maneira eficaz e promissora de rastrear produtos em toda a cadeia de suprimentos, influenciando operações nos setores de produção, armazenagem e distribuição (CHEN et al., 2013). Esta tecnologia utiliza ondas de rádio para trocar dados entre um leitor e etiquetas eletrônicas anexadas a objetos, trazendo grandes benefícios nas indústrias em que foi implementada.

Segundo Tajima, (2007), os benefícios incluem a identificação única de cada etiqueta que monitora *status* e etapas do processo pelo qual o material está passando, melhora visibilidades de estoques, aumenta a precisão de compartilhamento de dados e realiza contagem automática de inventário. Para Brintrup et al. (2011), o RFID serve como um veículo para reduzir os sete desperdícios do *lean* e agregar valor em busca de uma operação enxuta em centros de distribuição.

Autores na literatura possuem trabalhos publicados citando as grandes aplicações e ganhos que o RFID proporciona em ambientes de armazenagem. Trabalhos como o de Wang et al. (2010) demonstraram as vantagens de se ter um sistema WMS baseado em RFID, que permite melhorias na eficiência das operações de *warehouses*, eliminando desperdícios em termos de mão-de-obra e tempos de espera em atividades de carregamentos. Lim et al. (2013) realizaram uma grande análise literária a respeito da aplicação de RFID em armazéns no período de 1995 a 2010, identificando benefícios, desafios e tendências futuras.

Wamba et al. (2008), utilizaram RFID no processo de *picking* e expedição do centro de distribuição de um operador logístico e observaram uma significativa melhora na qualidade da coleta de dados em tempo real, sincronização e compartilhamento de informações entre envolvidos do processo. Já Saygin (2007) fez uma comparação de modelos de estoque que utilizam a tecnologia RFID e seus ganhos em termos de nível de serviços, custos, acuracidade de inventário e reduções de desperdícios operacionais.

#### **Prática 4: Organização do armazém e cultura 5S**

A organização do armazém é favorecida por meio da cultura 5S, que busca o aperfeiçoamento contínuo dos processos de gestão e cujo objetivo é criar um ambiente de trabalho eficiente, limpo, organizado e ergonômico. Como benefícios, observa-se a melhoria na qualidade de produtos, redução no tempo de procura de ferramentas, melhora na comunicação entre as pessoas e aumento na segurança dos colaboradores (FALKOWSKI e KITOWSKI, 2012).

De acordo com Marcovitz (2008), são cinco regras simples originadas da filosofia japonesa, a saber:

- *Seiri* (Senso de Utilização): Separar o que é necessário e eliminar o desnecessário;
- *Seiton* (Senso de Organização): Arrumar os itens que restam, com um lugar para tudo e tudo em seu lugar;
- *Seiso* (Senso de Limpeza): Eliminar sujeira, poeira, limpar e lavar;
- *Seiketsu* (Senso de Saúde e Higiene): Conservar a limpeza dos ambientes;
- *Shitsuke* (Senso de Autodisciplina): Cumprir rigorosamente o que foi determinado, preservando os padrões estabelecidos.

Visser (2014) alega que a maioria dos armazéns enxutos adotam uma política 5S e são capazes de eliminar desperdícios de forma prática. Sobanski (2009) relata que a implementação do 5S melhora a visibilidade, o fluxo de materiais, a organização do trabalho e a padronização dos processos. A organização e a limpeza do local de trabalho têm sido correlacionadas com o aumento da qualidade dos processos, devido à estrutura e disciplinas desenvolvidas em cada conceito “S”. Também, a ferramenta é de maior importância nas organizações em que o volume de negócios está crescendo para reduzir o tempo de aprendizado dos colaboradores, complementa o autor.

Na literatura, observam-se alguns trabalhos que implementaram esta prática. Gergova (2010) em sua pesquisa implantou o 5S no *warehouse* de um grande fabricante de navios, que comporta milhares de diferentes unidades de armazenamento. Como resultados, alcançou melhorias no gerenciamento visual e segurança nos fluxos de passagem de colaboradores, após a organização física das áreas comuns entre fornecedores do armazém. Também, observaram-se ganhos quantitativos no trabalho de Venkateswaran et al. (2013), que atingiu aumentos de produtividade de até 43% ao organizar o espaço operacional de um armazém de cuidados de saúde. A autora conclui seu trabalho fazendo uma abordagem da importância do 5S junto com práticas de minimização de espaços de armazenagem, prática abordada no tópico a seguir.

### **Prática 5: Estudos de *layouts* para otimizar espaços de armazenagem**

De acordo com o terceiro princípio do *lean thinking* de Womack e Jones (1996), criar um fluxo para minimizar tempos de espera e reduzir desperdícios pode ser alcançado através de um elaborado *layout*. A construção deste fluxo, consiste em medidas que verificam se o *layout* de uma instalação facilita as movimentações e reduz distâncias percorridas (SHAH e WARD, 2007).

Segundo Christiansen (2015), o principal objetivo de um *layout* em um armazém é reduzir deslocamentos, utilizar os espaços disponíveis de forma a agregar valor nas atividades, garantir a segurança dos colaboradores e maximizar o uso de recursos, de forma a atingir ganhos de produtividade. Para Mohsen (2002) desenvolver um projeto de *layout* bem elaborado é uma tarefa complexa. Segundo o autor, fatores como tempo de viagens para separar pedidos e custos de manuseio de materiais devem ser contabilizados no projeto, de forma a atender uma sinergia operacional dinâmica.

No ambiente acadêmico, observaram-se importantes trabalhos sobre melhorias em *layouts* de armazéns. Zhang et al. (2017) em sua pesquisa, apresentam um estudo de caso realizado em um armazém de produtos acabados com perdas de eficiências operacionais ao armazenar os itens em um *layout* mal elaborado. Ao reestruturar a área, os ganhos foram verificados em termos de reduções do número de viagens para separar pedidos, otimização do espaço de armazenagem e redução de custos com manutenção de estoques.

Horta et al. (2016) apresentam uma abordagem de *layout* dentro de um armazém varejista e lança desafios frente aos *layouts* de armazéns tradicionais. Os autores utilizam uma programação matemática para definir o melhor desenho para esta operação e os ganhos alcançados chegam em até 14% na redução de distâncias percorridas na distribuição de produtos. Já o autor Heragu et al. (2005) realiza o redesenho do *layout* utilizando um algoritmo heurístico e minimiza custos de movimentações de materiais, aumentando a produtividade no *picking*.

Segundo Le-Duc e De Koster (2004), questões como rotas definidas em *layouts* otimizados e estratégias de armazenagem têm relações diretas e influenciam de forma significativa na padronização e eficiência operacional da atividade de *picking*, prática tratada a seguir.

### **Prática 6: Métodos padronizados para separação de pedidos (*picking*)**

O processo de separação de pedidos, também chamado nesta pesquisa de *picking*, pode contribuir com até 55% da despesa operacional total de um CD. Se mal dimensionado, este processo pode apresentar muitos desperdícios operacionais (MOURA, 2005).

De acordo com De Koster et al. (2007), basicamente, os processos de *picking* seguem dois modelos, sendo separação por lote e separação por pedido (discreto). Na separação por lote, vários pedidos são separados simultaneamente enquanto na separação discreta é realizado um pedido por vez, sendo a menos produtiva devido a quantidade de visitas nas posições de armazenagem para coleta de produtos e tempos de deslocamentos. Conforme visto na prática anterior sobre estudos de *layouts* para otimizar espaços de armazenagem, a eficiência do processo de *picking* está diretamente relacionada com um *layout* bem elaborado que otimize distâncias percorridas e espaços de armazenagem.

No trabalho de Thomas e Miller (2015), a padronização da atividade de *picking* ocorreu por meio de análises estatísticas de um conjunto de diferentes parâmetros, como tamanho da área disponível para a atividade, alturas de prateleiras de armazenagem, total de caixas por palete, dentre outros. Com isso, foi possível reduzir custos com mão de obra dedicada na atividade devido a reduções no tempo de viagens e separações de pedidos.

Boysen et al. (2016) desenvolvem o seu estudo em um armazém composto por *racks* móveis de um grande varejista alemão. Neste trabalho, os autores relatam que, apesar de os *racks* móveis aumentarem a densidade de armazenagem, a forma como o sequenciamento de ordens de separação ocorria, gerava grandes perdas em produtividades devido a altos tempos de espera para abertura de corredores. Desta forma, foi realizado um sequenciamento e padronização de separação através de um algoritmo heurístico de forma que o último corredor visitado para certo pedido seria o primeiro visitado para o próximo pedido, levando a grandes ganhos em produtividade.

Muito relacionada com eficiências nas atividades de *picking* é a estratégia de endereçamento e gestão de inventários, que será abordada na prática a seguir.

### **Prática 7: Gestão de inventário por meio da curva ABC e outras técnicas para endereçamento**

O posicionamento de itens em um armazém segue diferentes critérios, sendo cada um deles responsável pelo desempenho das atividades de separação e atendimento ao pedido de clientes, bem como proporcionam melhorias na gestão de inventários. Ao alocar e endereçar eficientemente produtos em um armazém por meio de critérios de relevâncias, distâncias de deslocamentos podem ser reduzidas e impactar de forma direta na redução de custos com estoques (OLIVEIRA, 2011).

Um método bastante utilizado para dimensionar e posicionar itens no inventário é a curva ABC. Este método permite uma priorização da gestão de materiais por meio de custos associados aos estoques. Sendo assim, os itens do tipo A, de maior impacto financeiro para a empresa, tornam-se prioritários em relação aos itens do tipo C de menor impacto, uma vez que estes geralmente exigem muito esforço de gestão com retornos pouco expressivos para o resultado econômico financeiro da empresa (De KOSTER et al.; 2007). Para Gu et al. (2007), é importante considerar a classificação dos itens em mais critérios e não apenas em relação a custos de materiais, mas em relação a popularidade e frequências de giros.

Neste contexto, Pereira et al. (2016) desenvolveram em seu trabalho um método aplicado em um *warehouse*, que define a quantidade de posições de armazenagem de paletes dedicados ao *picking* fracionado (unidades de paletes) e posiciona os itens na área de armazenagem de acordo com critérios de relevância, como frequência e giro. Os ganhos foram identificados em termos de produtividade na atividade de separação de pedidos, otimização do *layout* de armazenagem e melhorias na gestão dos inventários.

Apesar da aplicação de diferentes técnicas de endereçamento e gestão de inventários se mostrarem eficazes no atendimento ao cliente, foi encontrada na literatura uma outra prática que reduz desperdícios e aumenta a eficiência dos centros de distribuição chamada *Cross Docking*, abordada a seguir.

### **Prática 8: Aplicação da técnica de *Cross Docking***

A prática do *Cross Docking*, é explorado no modelo de Sobanski (2009) e Mustafa (2015), dentro do conceito de Gestão do Fluxo. De acordo com Frazelle (2002), a prática do *Cross Docking* resume-se ao movimento direto do produto da área de recebimento para a área de embalagens e expedição, eliminando a etapa de armazenagem e construção de estoques, considerado um dos sete desperdícios por Ohno (1988). Sendo assim, os itens não passam por nenhum processo tradicional de armazenamento e têm como vantagens reduções de tempo de atendimento de pedidos e um fluxo mais contínuo (MUSTAFA, 2015; SOBANSKI, 2009).

Alguns autores têm destacado o *Cross Docking* como uma prática que otimiza os processos de distribuição. Villarreal et al. (2014), analisam o centro de distribuição de um fabricante de comidas congeladas, onde a agilidade nos processos é o que mantém o cliente satisfeito e garante vantagem competitiva neste mercado. Neste trabalho, os autores aplicaram iniciativas *lean* para identificar perdas de ineficiência na movimentação de materiais e, por meio de um VSM, identificaram o *Cross Docking* como uma prática que reduziria em 46% o *lead time* total das entregas aos clientes.

Pan et al. (2013) analisam quantitativamente os custos logísticos de um armazém tradicional e, por meio de um algoritmo de programação dinâmica, constroem um modelo de *Cross Docking* capaz de aumentar a velocidade no fluxo de mercadorias e reduzir custos operacionais. Na pesquisa de Panousopoulou et al. (2012), foram analisados os aspectos operacionais do sistema *Cross Docking* de um Operador Logístico, em termos de eficiência e desempenho. Como conclusões, os autores pontuam as vantagens do sistema como reduções de custos e tempos de entregas, bem como alguns pontos de impacto, como necessidades de tecnologias e automação que suportem o processo.

### **Prática 9: Aplicação dos conceitos de Manutenção Produtiva Total (TPM)**

Uma prática comumente citada nos trabalhos acadêmicos que abordam metodologias enxutas, de acordo com Jagdish (2014) trata-se da Manutenção Produtiva Total, do inglês *Total Productive Maintenance* (TPM).

O TPM contempla um organizado programa de melhoria que adiciona valor ao trabalho em equipe, com ações especificamente voltadas para restauração e conservação de equipamentos. O objetivo do TPM é potencializar os equipamentos para melhor performarem e necessitarem de menos manutenções, tendo a conservação dos mesmos sob responsabilidades de diferentes departamentos, como produção, engenharia, manutenção e dos próprios colaboradores que os utilizam (MOYAED e SHELL, 2009).

Segundo Mustafa (2015), o TPM em centros de distribuição ajuda a evitar tipos de desperdícios causados por equipamentos e ferramentas fora de serviço, tendo os colaboradores que esperar suas disponibilidades. Sendo assim, resultam em aumento no tempo de execução das atividades e, conseqüente, aumento do tempo de operação de todo o processo. De acordo com Bozer (2012), o TPM assegura que todo equipamento utilizado no armazém seja conservado adequadamente para que possa ser utilizado 24 horas por dia. Não é possível ter uma operação enxuta com baixo tempo produtivo dos equipamentos, sendo assim, assegurar que estes estejam funcionando corretamente é um componente-chave para o *lean warehouse*.

Apesar da afirmação anterior e de confirmada pelos autores a importância do TPM em ambientes de armazenagem, não foram encontrados nas pesquisas realizadas trabalhos que tratem de um programa de manutenção preventiva aplicada em centros de distribuição no recorte utilizado para esta pesquisa, abrindo oportunidades para o tema em questão no ambiente acadêmico.

### **Prática 10: Grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores**

Na literatura acadêmica, é possível encontrar muitos artigos sobre produção enxuta que apresentam parágrafos que tratam a importância do colaborador como parte dos processos, bem como o compromisso da gestão de pessoas (MARODIN e SAURIN, 2013). Ainda segundo os autores, além do sistema enxuto considerar práticas de organização do trabalho, como o JIT e TPM (já citadas neste trabalho), também considera as práticas de gestão de recursos humanos.

O primeiro passo do ciclo de gestão de pessoas é o recrutamento e a seleção cuidadosa dos colaboradores. Os potenciais funcionários devem ser avaliados de acordo com o perfil das atividades a serem realizadas, bem como competências como trabalho em equipe, dedicação a padrões de qualidade, motivação e proatividade em realizar melhorias (DOOLEN et al., 2008). Segundo Ohno (1988), além destes fatores, os colaboradores devem ser polivalentes e possuir diversas habilidades, de forma que a empresa possa implementar rotação de cargos, ampliação de funções, envolvimento dos funcionários e práticas formais de treinamentos.

Um dos fatores críticos de sucesso na implantação do *lean* em organizações se referem a pessoas. Muitas vezes, as mesmas não são envolvidas nos processos de mudanças, resultando em sistemas que não são devidamente compreendidos pelos colaboradores, levando a resistências e falta de compromisso com responsabilidades pelos problemas e soluções (BALLARD, 1994; JAGDISH et al., 2014).

De acordo com Dehdari (2013), o envolvimento e satisfação dos funcionários em ambientes de armazenagem caracteriza-se como uma atitude para alcançar a perfeição em cada ação corporativa. Como resultados, observa-se o trabalho em equipe com apoio e compreensão de todos os envolvidos. O modelo desenvolvido por Sobanski (2009) corrobora com as afirmações anteriores dos autores, enfatizando a importância das pessoas em ambientes de armazenagem enxutos. O autor avalia em seu modelo vários conceitos que retratam práticas de envolvimento de pessoas nos processos de melhorias em centros de distribuição.

Salienta-se que, não foram encontrados no recorte desta pesquisa, trabalhos que aplicassem de forma prática e exemplificada o envolvimento de pessoas nos processos de mudanças e melhorias em ambientes de armazéns, bem como métodos que levassem a satisfações de colaboradores, abrindo oportunidades para novas pesquisas.

### **Prática 11: Estrutura, utilização de indicadores de desempenho (KPI) e gestão visual**

Indicadores de desempenho (*Key Performance Indicator* – KPI) abordam uma análise e monitoramento contínuos das métricas designadas para as organizações atingirem seus

objetivos estratégicos (PALMER, 2001). De acordo com Visser (2014), em todos os armazéns enxutos devem ser encontrados quadros de gestão visual com informações gerais de KPIs específicos de cada departamento, muitas vezes medidos em uma base diária. Exemplos destes KPIs são índices de ocorrências, taxas de produtividades, número de linhas separadas por tempo de separação total, atendimento de janelas de expedição e taxas de acidentes.

Muitos destes indicadores de desempenho são encontrados em painéis, que analisam dados operacionais integrados para avaliação dos KPIs. Estes são apresentados nos quadros de gestão visual localizados em cada área específica do armazém, de várias formas, como gráficos e matrizes, e devem estar de acordo com a meta e objetivos do CD (GERGOVA, 2010). De acordo com Sobanski (2009), os KPIs são utilizados para mostrar o desempenho das operações para todos os funcionários. Em complemento a esta afirmação, Visser (2014) alega que para uma eficiente gestão dos indicadores em ambientes de armazenagem, cada funcionário deve ser responsável por um certo KPI, para criar compromisso com o desempenho dentro da equipe.

Melton (2005) desenvolveu seu trabalho com base em análises de KPIs que mostravam uma tendência de pedidos de clientes atrasados ou incorretos, o que diminuía a qualidade do produto e aumentava o tempo de processamento das atividades. Após a realização de melhorias, novos indicadores de desempenho foram criados e os mesmos expostos em quadros de gestão a vista, melhorando de forma significativa cada KPI envolvido. Swart (2015) aborda o desenvolvimento de um Acordo de Nível de Serviço (*Service Level Agreement – SLA*) a ser medido e acompanhado através de KPIs específicos, acordados entre o 3PL e a empresa em questão. Ambos mantêm reuniões mensais para discussão dos KPIs definidos, sendo uma prática de alinhamento entre a visão de valor do cliente com a entrega do centro de distribuição.

Uma prática encontrada na literatura que auxilia a identificação de causas e resolução de possíveis desvios nos KPIs trata-se da aplicação de ferramentas da qualidade para a melhoria contínua, abordada a seguir.

## **Prática 12: Cultura da qualidade e uso de ferramentas para melhoria contínua**

Uma das ferramentas da qualidade encontrada nas pesquisas acadêmicas e utilizada na cultura de melhoria contínua trata-se do PDCA. Sua metodologia é fundamentada em quatro etapas, a saber: planejar, realizar, verificar e colocar em prática (DEMING, 1994). Ainda segundo o autor, a etapa de planejar significa analisar a situação atual e selecionar as oportunidades a serem melhoradas, definir objetivos e metas. A etapa de realizar significa executar o que foi planejado. A etapa de verificar significa medir a melhoria e verificar a efetividade da mesma e, por último, a etapa de colocar em prática, significa tornar o processo padrão e garantir que o problema não acontecerá novamente. O aspecto mais importante do PDCA encontra-se no segmento do ato após a conclusão de um projeto, quando o ciclo começa outra vez para melhorias adicionais (MUSTAFA, 2015).

Sobanski (2009) alega que o fator significativo encontrado para avaliar o armazenamento *lean* foi relacionado à melhoria contínua e resolução de problemas, que se relacionam significativamente com PDCA. Desta forma, o autor complementa que esta prática tem uma correlação na formação de gestores, supervisores e associados, indicando que o processo de resolução de problemas por meio de funcionários engajados é mais significativo do que outras práticas específicas do *lean*.

Apesar das afirmações de Sobanski (2009), observou-se uma deficiência em trabalhos que relatem a prática do PDCA na identificação e resolução de problemas encontrados em centros de distribuição, abrindo oportunidades para futuros trabalhos na área.

### **Prática 13: Tecnologias e grau de automação dos equipamentos utilizados no armazém visando produtividade**

Reduções de custos e aumentos na qualidade dos serviços são razões significativas para as empresas implementarem a automação em seus armazéns, conseguindo absorver com segurança o crescimento do mercado (BAKER e HALIM, 2007). De acordo com o autor, a literatura indica que a automação é um meio de atingir o rendimento necessário a níveis elevados de velocidade, mantendo os armazéns competitivos em termos de custos e garantia de atendimento ao cliente.

A automação de armazéns foi definida como um controle direto de manuseio de equipamentos que realizam movimentação e armazenamento de cargas, sem a necessidade de operadores (ROWLEY, 2000). Para Sobanski (2009), tanto a automação quanto as diferentes tecnologias são altamente relacionados, sendo exigidos para atingir a estabilização dos processos de armazéns. Já para Swart (2015), no *lean warehouse* a perfeição é classificada como a entrega perfeita, tendo o pedido exato entregue no tempo correto e livre de quaisquer danos ou defeitos, potencialmente alcançado com a adoção de tecnologias.

Na literatura, foram encontrados trabalhos que abordam a automação dos processos de armazenagem. Baker e Halim (2007) abordam alguns tipos de equipamentos automatizados de grande aplicação em processos de armazenagem, como os veículos guiados automaticamente (*Automated Guided Vehicles – AGV*). Já Azanha et al. (2016), analisaram em seu trabalho a tecnologia utilizada para as atividades de separação de pedidos realizada por voz (*Voice picking*). O autor relata em seu trabalho detalhes desta tecnologia e analisa dificuldades encontradas na implantação de um centro de distribuição do segmento industrial de tratores agrícolas, comparando os principais fatores críticos de implantação do sistema no Brasil e Estados Unidos.

Após explanação dos princípios do *lean production e lean thinking* associados aos processos de armazenagem, conceituou-se o *lean warehouse* e suas principais práticas, segundo a literatura. Em continuidade ao capítulo e alinhado aos objetivos do trabalho, o tópico a seguir abordará trabalhos da literatura que se valeram de técnicas de decisão multicritério para análises que envolvem operações de *warehouses*.

## **2.4 Estado da Arte: Aplicação de técnicas multicritério em centros de distribuição**

Foram encontrados na literatura acadêmica trabalhos que utilizaram diferentes técnicas de análise multicritério aplicadas para decisões relacionadas a processos logísticos, especificamente os que tangem atividades relacionadas a centros de distribuição. Métodos como AHP (*Analytic Hierarchy Process*), ANP (*Analytic Network Process*), TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*), Fuzzy dentre outros,

foram explorados por diversos autores que, de forma complementar, contribuíram para o aprofundamento e definição da técnica que será utilizada nesta pesquisa.

Kumar e Singh (2012), em seu trabalho, constroem um modelo de avaliação global de performance de prestadores de serviços logísticos (3PL) para o gerenciamento efetivo da cadeia de suprimentos. Foram integradas as técnicas Fuzzy-AHP e TOPSIS para avaliar critérios como custos logísticos, qualidade, entregas dentro do prazo, sistemas de informação, cobertura geográfica e tipos de serviços oferecidos pelos prestadores. Inicialmente, a técnica Fuzzy-AHP é utilizada para capturar as incertezas referentes a comparação de fatores para avaliações de 3PL e, posteriormente, a técnica TOPSIS é utilizada para avaliar as alternativas dentro dos critérios levantados. O autor alega que Fuzzy-AHP trata-se de uma metodologia complexa e requer mais cálculos numéricos que a AHP tradicional, porém defendem o modelo proposto, uma vez que quando integrado ao TOPSIS, fornece uma eficaz análise na classificação de 3PL.

Em linha com o trabalho de Kumar e Singh (2012), o autor Bianchini (2018) em seu artigo, aborda as técnicas AHP e TOPSIS para analisar todas as complexas variáveis que envolvem os serviços prestados por diferentes 3PL para a tomada de decisão sobre o mais adequado, dentre três candidatos, a operar em uma importante empresa italiana do setor alimentício. Inicialmente, o método AHP foi usado para calcular o peso para os critérios considerados nas análises e, posteriormente, a técnica TOPSIS para ordenar cada peso e mostrar a ordem de preferência dos 3PL. O autor conclui o trabalho explorando as vantagens de o método de análise adotado ser bastante flexível e adequado quando se trata de diferentes variáveis, construindo uma avaliação consistente baseada em cálculos rápidos e precisos.

Em decisões envolvendo armazéns, observou-se que muitos critérios qualitativos estão presentes e que não possuem nenhum valor numérico fixo, podendo representar características vagas e ambíguas. Neste contexto, avaliações que envolvem conceitos *lean* em armazéns são práticas contínuas que requerem uma série de mudanças e melhorias em várias funções ao mesmo tempo, sendo necessárias escalas para medir critérios de desempenho (DOOLEN e HACKER, 2005; SHARMA e SHAH, 2016).

Frente a estas questões, alguns autores propõem modelos de decisões sobre determinados atributos para facilitar tais avaliações. Wu et al. (2015) apresentam um modelo para avaliar práticas *lean* no centro de distribuição logístico de uma empresa chinesa do setor

de tabaco, utilizando a técnica MAGDM (*Multiple Attribute Group Decision Making*) para conciliar diferentes pontos de vista de especialistas no tema e encontrar alternativas comum. Na sequência, o autor utiliza a técnica Fuzzy para tratar as informações e finalizar as avaliações.

Já Sharma e Shah (2016), constroem um modelo de avaliação para determinar quais as práticas do *lean* mais importantes a serem aplicadas, de forma a potencializar o desempenho dos centros de distribuição. Por meio da técnica RTD (*Real Time Delphi*) que contempla uma ferramenta de pesquisa baseada na web, estrutura um questionário a ser respondido por diferentes especialistas em *lean*, definindo pesos para cada critério de decisões. Na sequência, utiliza a técnica ANP para validação dos valores obtidos com a RTD e elencar quais as práticas mais indicadas. O autor conclui que futuras contribuição ao seu modelo podem ser baseadas também em técnicas de análises multicritério, como o TOPSIS.

Desta forma, considerando a necessidade de uma ordenação das alternativas de uma dada amostra e a viabilidade de meios para sua aplicação, a avaliação das práticas do *lean warehouse* aplicadas em centros de distribuição brasileiros será realizada por meio da técnica TOPSIS. Este método, foi escolhido devido aos bons resultados que traz referentes às análises realizadas e ao esforço mediano de aplicação. Também, não foram encontradas na literatura acadêmica trabalhos que abordam o TOPSIS como técnica para avaliar práticas do *lean warehouse* em centros de distribuição brasileiros.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo tem por objetivo detalhar os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa, de forma a apresentar todo o processo de execução realizado e a facilitar o entendimento das conclusões.

#### 3.1 Classificação da Pesquisa

Pesquisa, segundo Gil (2008), é definida como um procedimento racional e sistemático que tem por objetivos proporcionar respostas aos problemas que são propostos, iniciando-se apenas se existir uma pergunta, uma dúvida para a qual se busca resposta. É constituída por um processo de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados. A classificação desta pesquisa será feita segundo os critérios apresentados por Gil (2008), Silva e Menezes (2001), Lakatos e Marconi (2003), Moresi (2003), Fonseca (2002), Anholon (2006), Alvez-Mazotti (2006) e Yin (2015). Este método foi escolhido devido à simplicidade e abrangência.

Do ponto de vista de abordagem do problema, de acordo com Silva e Menezes (2001), a pesquisa pode ser classificada como qualitativa ou quantitativa. Desta forma, Lakatos e Marconi (2003), explicam que a abordagem qualitativa se trata de uma pesquisa que analisa e interpreta aspectos profundos e fornece análises detalhadas sobre as investigações, atitudes e tendências de comportamentos. De acordo com Moresi (2003), a pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, traduzindo em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las, se utilizando de recursos e técnicas estatísticas. Tendem a enfatizar os atributos mensuráveis da experiência humana (SILVA e MENEZES, 2001).

Neste contexto, a pesquisa desenvolvida nesta dissertação apresenta-se tanto características quantitativas quanto qualitativas. Faz-se quantitativa, uma vez que se utilizará de escalas de pontuações para classificar níveis de aplicação das práticas do *lean warehouse* em centros de distribuição brasileiros, bem como será realizado uma hierarquização destas

práticas baseada na análise multicritério TOPSIS. E qualitativa, ao utilizar estes dados para realizar uma análise inicial sobre a aplicação das práticas enxutas no cenário brasileiro, por meio de múltiplos estudos de caso em centros de distribuição.

Quanto à natureza de uma pesquisa, ela pode ser classificada como básica ou aplicada. A pesquisa básica objetiva gerar novos conhecimentos sem aplicação prática prevista, sendo úteis para o avanço da ciência (SILVA e MENEZES, 2001). Já a pesquisa aplicada, de acordo com Gil (2008), objetiva gerar conhecimento para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. É uma pesquisa que visa proporcionar familiaridade com o problema abordado, com vista a torná-lo explícito ou criar hipóteses, envolvendo levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análises de exemplos que estimulam compreensão.

Tomando por base as informações apresentadas, esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, pois, tem como intuito, oferecer conhecimento a respeito das práticas do *lean warehouse* em centros de distribuição brasileiros, com base em modelos encontrados na literatura acadêmica por meio de levantamentos bibliográficos, análises documentais, visitas *in loco* e entrevistas com gestores operacionais de centros de distribuição.

Do ponto de vista de objetivos, classifica-se as pesquisas em exploratória, descritiva e explicativa. De acordo com Moresi (2003), a pesquisa exploratória é realizada em áreas nas quais há pouco conhecimento acumulado e sistematizado, sendo normalmente o primeiro passo para quem não conhece suficientemente o campo que pretende abordar. A pesquisa descritiva tem como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou até mesmo estabelecimentos de relações entre variáveis, tendo como característica a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, como questionários (GIL, 2008). Já a pesquisa explicativa visa estabelecer relações de causa-efeito por meio da manipulação direta das variáveis relativas ao objeto de estudo, identificando as causas do fenômeno e esclarecendo quais fatores contribuem para a ocorrência do mesmo (LAKATOS e MARCONI, 2003).

Baseado nas definições anteriores verifica-se que a pesquisa desenvolvida por esta dissertação é de caráter exploratório e descritivo. Exploratório pois não foram encontrados na literatura acadêmica trabalhos que abordassem práticas do *lean warehouse* no cenário

brasileiro que utilizassem a técnica de análise multicritério TOPSIS, sendo pioneiro nesta área. E, por fim, a mesma é descritiva, pois procura apresentar cenários e descrever características específicas relacionadas a aplicações destas práticas em centros de distribuição brasileiros.

Em relação aos procedimentos técnicos, de acordo com Gil (2008), os mesmos permitem o delineamento da investigação empírica, sendo divididas em pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, *ex-post-facto*, levantamento ou *survey*, estudo de caso, pesquisa ação e participante.

De acordo com Fonseca (2002), a pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos. Na pesquisa documental, não há um tratamento analítico dos materiais analisados, sendo tabelas estatísticas, cartas, documentos, revistas, jornais, etc.

Na pesquisa experimental, de acordo com Lakatos e Marconi (2003), existe um procedimento metodológico onde as variáveis são controláveis, tendo a lógica da pesquisa compreendida em uma ação ativa do pesquisador na análise dos efeitos das variáveis sobre o objeto. Na pesquisa *ex-post-facto*, ocorre uma investigação a partir de fatos passados, onde o pesquisador não possui controle direto sobre as variáveis independentes, pois não são manipuláveis ou já ocorreram (FONSECA, 2002).

A pesquisa de levantamento ou *survey*, visa interrogar diretamente as pessoas cujo comportamento está sendo estudado, solicitando informações a um quantitativo significativo de respondentes sobre a problemática em foco (GIL, 2008). Para Anholon (2006), esta pesquisa se caracteriza pelo questionamento de indivíduos diretamente correlacionados ao tema investigado e cujo comportamento se deseja conhecer.

O estudo de caso é um tipo de pesquisa que envolve um aprofundamento do problema levantado, de maneira que permite seu amplo e detalhado conhecimento voltado para a aplicação imediata em uma realidade circunstancial. Além de ser utilizado como modalidade de pesquisa, pode ser utilizado para fins de ensino e consultoria para ilustrar uma argumentação, categoria ou condição (ALVEZ-MAZZOTTI, 2006; GIL, 2008).

Sobre a pesquisa ação, de acordo com Fonseca (2002), esta pressupõe uma participação planejada do pesquisador a respeito do problema a ser estudado sendo, conforme observado por Gil (2008), uma metodologia para intervenção, desenvolvimento e mudança no

âmbito de grupos, organizações e comunidades. Por fim, a pesquisa participante é aquela no qual o pesquisador não se comporta de forma passiva, tendo um envolvimento e identificação com as pessoas investigadas (GIL, 2008; SILVA e MENEZES, 2001).

Baseado no contexto exposto é possível afirmar que a pesquisa apresentada por esta dissertação se classifica como pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A primeira, pesquisa bibliográfica, devido ao levantamento e análise de trabalhos científicos com o intuito de gerar conhecimento associado as práticas do *lean warehouse*. Já a segunda, estudo de caso, devido ao detalhamento do cenário estudado na pesquisa, que aborda estas práticas aplicadas em centros de distribuição brasileiros, valendo-se de conhecimentos aprofundados sobre o tema, utilizando-se de um sistema estruturado de coleta de dados.

De acordo com Gil (2008), todo procedimento de coleta de dados depende da formulação prévia de uma hipótese, tendo todo instrumental técnico a ser utilizado pelo pesquisador validado em termos de confiabilidade e precisão. Pode valer-se da observação, de questionários, de entrevistas e mesmo de registros documentais, quando estes são disponíveis. Para Yin (2015), um ponto forte da coleta de dados do estudo de caso é a oportunidade de se utilizar de diferentes fontes de evidências, desenvolvendo linhas convergentes de investigação chamado triangulação de dados. Segundo o autor, quando efetivamente triangula-se os dados, têm-se que as descobertas do estudo de caso foram apoiadas por mais do que uma única fonte de evidência, reforçando a validade do estudo. Nesta pesquisa, as fontes de evidências foram coletadas por meio de análise documental, entrevistas e observações diretas.

A análise documental, de acordo com Yin (2015), é relevante e corrobora na validação de evidências de outras fontes de dados da pesquisa. Devido ao seu valor global, os documentos desempenham um papel explícito em qualquer coleta de dados na realização da pesquisa de estudo de caso. As entrevistas, são fontes essenciais de evidências do estudo de caso porque a maioria delas trata assuntos humanos ou comportamentais, tendo os entrevistados como contribuintes importantes sobre estes assuntos ou ações, ajudando a identificar outras fontes relevantes de evidências.

Já para observações diretas, segundo Yin (2015), como o estudo deve ocorrer no contexto do mundo real do caso, cria-se oportunidades para observações diretas presumindo que fenômenos de interesse não tenham sido puramente históricos, tendo condições relevantes

disponíveis para observação. Esta observação pode ser realizada durante trabalhos de campo, incluindo ocasiões em que outras evidências, como as entrevistas, estão sendo coletadas.

De acordo com as informações anteriores, é possível afirmar que esta pesquisa apresentada por dissertação se valerá de coleta de dados por meio de múltiplas fontes de evidências (triangulação), utilizando-se de análise documental, entrevistas e observação direta, para conhecimento do cenário estudado referente à aplicação das práticas do *lean warehouse* nos centros de distribuição participantes da pesquisa. Por fim, será feita uma aferição de notas a respeito do grau de aplicação destas práticas nos centros de distribuição, por um Comitê de Engenharia.

De forma resumida, a pesquisa apresentada por esta dissertação será classificada como qualitativa e quantitativa, aplicada, exploratória e descritiva, utilizando-se de pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

### 3.2 Método de Pesquisa

A Figura 3.1 apresenta uma visão geral das etapas desenvolvidas para a execução da pesquisa.

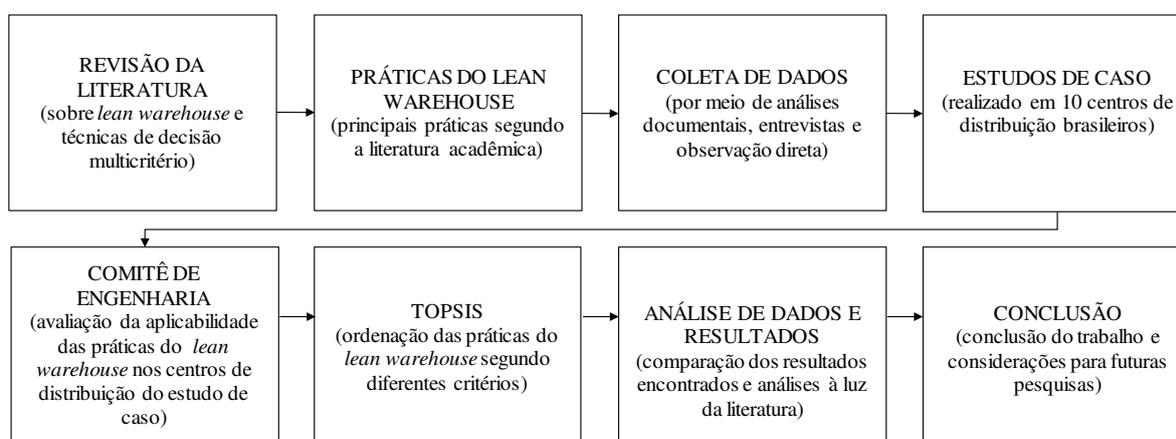


Figura 3.1: Esquema de direcionamento da pesquisa  
(Fonte: Autora)

Na sequência, apresentam-se características associadas à coleta de dados realizada para desenvolvimento dos estudos de caso, reunião do Comitê de Engenharia para aferição de notas e, por fim, o método TOPSIS utilizado para ordenar as práticas do *lean warehouse* aplicadas em centros de distribuição brasileiros.

### 3.2.1 Revisão Bibliográfica

A revisão da literatura desta dissertação valeu-se principalmente de trabalhos publicados em Jornais e Revistas internacionais. As bases consultadas foram *Science Direct*, *Springer*, *Emerald Insight*, *Research Gate* e *Scielo*. A seleção das publicações foi feita a partir de critérios de inclusão e exclusão de termos, utilizando-se o termo chave *lean warehouse*, associado aos descritores *distribution center*, *warehouses*, *lean manufacturing*, *difficulties lean warehouse*.

A busca e a coleta dos dados foram realizadas nos meses de junho 2017 a fevereiro 2018. Os critérios de exclusão foram todos os demais tipos de publicações diferentes, como comentários e reflexões, relato de experiências, e os artigos que não apresentavam algum dos descritores.

Todo o material selecionado utilizado foi analisado conforme dados bibliométricos relativos à base onde estavam disponíveis, ano de publicação e temática, e foram utilizados para se definir as 13 práticas do *lean warehouse* a serem tratados nesta dissertação. Os dados foram obtidos a partir do acesso a cada um dos trabalhos e, simultaneamente, organizados em tabelas ou gráficos. Foram identificados 83 artigos a partir dos descritores selecionados e, com utilização dos critérios de exclusão, eliminados 11 deles. Deste modo, a revisão teórica do estudo utilizou 72 artigos para discorrer sobre as práticas do *lean warehouse*. A quantidade de artigos coletados em cada uma das bases científicas pode ser visualizada na Tabela 3.1. Nota-se que as bases mais utilizadas foram *Science Direct* e *Emerald Insight*.

Tabela 3.1: Quantidade de artigos coletados em cada uma das bases científicas

Bases Científicas	Número de Trabalhos Selecionados
<i>Science Direct</i>	27
<i>Emerald Insight</i>	21
<i>Research Gate</i>	17
<i>Springer</i>	6
<i>Scielo</i>	1

(Fonte: Autora)

Na Figura 3.2 é apresentada a distribuição destes artigos segundo o ano de publicação. Observa-se um intervalo de ano bastante abrangente (1988 – 2017) devido à artigos importantes e de valia para a pesquisa terem sido publicados nestes períodos. Também, é possível notar que houve um aumento no número de publicações a partir do ano de 2007 abordando as práticas do *lean warehouse* na literatura acadêmica.

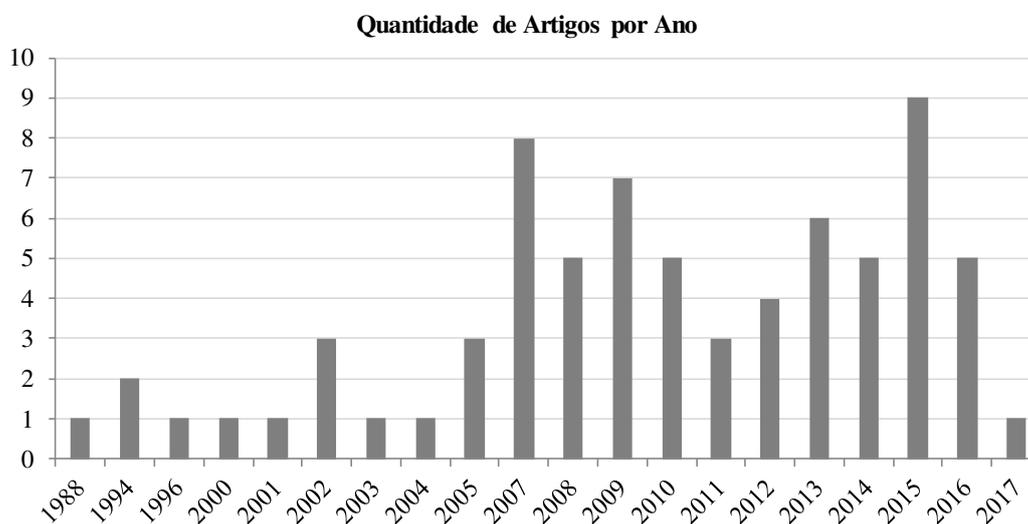


Figura 3.2: Quantidade de artigos por ano de publicação  
(Fonte: autora)

### 3.2.2 Definição das práticas do *lean warehouse*

As práticas foram definidas com base nos modelos apresentados pelos autores Gunasekaran (1999), Sobanski (2009) e Mustafa (2015), e no referencial teórico levantado por meio da consulta a bibliografia acadêmica relacionada. Após a análise dos 72 artigos, os mesmos foram subdivididos em 13 categorias, que caracterizaram as práticas do *lean warehouse* tratados nesta pesquisa. Com esta subdivisão, estruturou-se a Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Práticas do *lean warehouse* encontradas na literatura acadêmica e utilizadas como base do estudo

Identificação	Práticas do <i>lean warehouse</i>	Autores	Total
P1	Otimização de fluxos e eliminação de desperdícios operacionais via aplicação do <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	(Dharmapriya e Kulatunga, 2011); (Dotoli et al., 2015); (Dal Forno et al., 2014); (Garcia, 2003); (Gopakumar et al., 2008); (Pan et al., 2013).	6
P2	Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários (códigos de barras, WMS)	(Costa e Gobbo Júnior, 2008); (Dotoli et al., 2015); (Faber et al., 2002); (Gu et al., 2007); (Kilic et al., 2012); (Malta e Cunha, 2011).	6
P3	Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários por rádio frequência (RFID)	(Brintrup et al., 2010); (Chen et al., 2013); (Lim et al., 2013); (Sayging, 2007); (Tajima, 2007); (Wamba et al., 2013); (Wang et al., 2010).	7
P4	Organização do armazém e cultura 5S	(Visser, 2014); (Falkowski e Kitowski, 2013); (Gergova, 2010); (Lean Enterprise Institute, 2016); (Sobanski, 2009); (Venkateswaran et al., 2013).	6
P5	Estudos de <i>layout</i> para otimizar espaços de armazenagem	(Christiansen, 2015); (Le Duc; De Koster, 2005); (Heragu et al., 2005); (Horta et al., 2016); (Mohsen, 2002); (Shah e Ward, 2007); (Zhang et al., 2017).	7
P6	Métodos padronizados para separação de pedidos ( <i>picking</i> )	(Boysen et al., 2016); (De Koster, 2007); (Moura, 2005); (Thomas e Meller, 2015);	4
P7	Gestão de inventário por meio da curva ABC e outras técnicas para endereçamento	(De Koster et al., 2007); (Gu et al., 2007); (Pereira et al., 2016); (Oliveira et al., 2011).	4

P8	Aplicação da técnica de <i>Cross Docking</i>	(Frazelle, 2002); (Mustafa, 2015); (Pan et al., 2013); (Panousopoulou et al., 2012); (Sobanski, 2009); (Villarreal et al., 2014).	6
P9	Aplicação dos conceitos de Manutenção Produtiva Total (TPM)	(Bozer, 2012); (Jagdish et al., 2014); (Moyaed e Shell, 2009); (Mustafa, 2015).	4
P10	Grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores	(Ballard, 1994); (De Visser, 2014); (Dehdari, 2013); (Doolen e Van Aken, 2008); (Jagdish et al., 2014); (Marodin e Surin, 2013); (Sobanski, 2009).	7
P11	Estrutura, utilização de indicadores de desempenho (KPI) e gestão visual	(Visser, 2014); (Gergova, 2010); (Melton, 2005); (Palmer, 2001); (Sobanski, 2009); (Swart, 2015).	6
P12	Cultura da qualidade e uso de ferramentas para melhoria contínua	(Deming, 1994); (Mustafa, 2015); (Sobanski, 2009).	3
P13	Adequação de grau de automação dos equipamentos utilizados no armazém visando produtividade	(Azanha et al., 2016); (Baker e Halim, 2007); (Connolly, 2008); (Rowley, 2000); (Sobanski, 2009); (Swart, 2015).	6

(Fonte: vide Autores)

A análise da Tabela 3.2 evidencia que existe uma maior incidência de publicações relacionadas ao tema estudos de *layout* para otimizar espaços de armazenagem, grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores e uso de tecnologias de gerenciamento de inventário por rádio frequência (RFID). Observa-se também que muitos artigos abordaram mais de um princípio, sendo todos eles listados.

Além dos artigos anteriormente nomeados para as definições das práticas do *lean warehouse*, nesta dissertação foram utilizados mais 25 trabalhos para construir o corpo do texto, complementando a introdução, revisão bibliográfica e classificação da pesquisa. Os mesmos são compostos por artigos, teses de doutorado, dissertações de mestrado, livros e materiais de congresso, totalizando 97 referências para esta dissertação.

Deste modo, a partir das práticas listadas, realizaram-se as coletas de dados e os estudos de caso em 10 centros de distribuição brasileiros, apoiados através de diferentes fontes de evidências, como análises documentais, entrevistas e observações diretas.

### **3.2.3 Coleta de Dados**

Para analisar o cenário a respeito da aplicação das práticas do *lean warehouse* no Brasil, a coleta de dados foi realizada em 10 centros de distribuição brasileiros pessoalmente pela autora. Esta coleta contemplou um amplo levantamento de documentações em cada armazém visitado, onde foram verificadas minutas de reuniões e relatórios de eventos de melhorias operacionais realizados, bem como cronogramas de projetos a serem desenvolvidos. Também, registros de progressos de indicadores de desempenho envolvendo atividades operacionais e administrativas e estudos formais envolvendo o tema *lean warehouse*.

As entrevistas com os gestores dos centros de distribuição foram realizadas de acordo com o roteiro de entrevistas desenvolvido para este trabalho, em cumprimento aos requisitos exigidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisas (CEP) da Unicamp e assegurando todos os direitos dos participantes por meio das assinaturas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O TCLE juntamente com o Roteiro de Entrevistas utilizado para coleta de dados, encontram-se disponíveis nos Apêndices 1 e 2, respectivamente.

De acordo com Gil (2008), após finalizada a etapa de construção do roteiro de entrevistas, o mesmo deve passar por um pré-teste, que visa validar o instrumento para o referido levantamento. Salienta-se que, pelo fato da dificuldade em encontrar novos estudos de caso para realizar o referido pré-teste, o mesmo foi feito junto aos professores da FEM Unicamp.

Por fim, durante as visitas, a autora realizou observações em campo para investigar ocorrências relacionadas ao caso estudado. Por meio de participações em reuniões operacionais com as lideranças, observações do local de trabalho, análise de comportamentos

dos colaboradores durante a execução de suas atividades e verificação dos tipos de processos realizados no armazém.

Por meio destas três fontes de evidência, a autora triangulou os dados e fundamentou a construção dos estudos de caso.

### **3.2.4 Elaboração dos Estudos de Caso**

Os estudos de caso foram desenvolvidos em centros de distribuição geridos pelo mesmo Operador Logístico - 3PL. De acordo com Panousopouloul et al. (2012), as parcerias dos *warehouses* com 3PL têm resultado em aumentos significativos de eficiência geral da cadeia de suprimentos, por meio de suas contribuições nas operações de armazéns, permitindo que as organizações tenham maiores margens de lucro. Devido ao aumento no nível de atendimento ao cliente que os 3PL proporcionam, o interesse em terceirizar operações logísticas têm crescido nos últimos 20 anos e se tornado parte importante do planejamento estratégico de muitas organizações, proporcionando flexibilidade e eficiência operacional (BIANCHINI, 2018). A pressão competitiva neste setor é forte e os principais 3PL do mercado têm adotado novas tecnologias e práticas para melhorias contínuas de processos, de forma a manterem-se competitivos e entregarem valor aos seus parceiros logísticos (WAMBA et al., 2008).

O 3PL participante desta pesquisa tem origem brasileira e atuação em todo território nacional há mais de 30 anos, realizando as operações logísticas de mais de 50 empresas parceiras, com atuações em diferentes setores da economia, especificamente para esta pesquisa, setor automotivo, bens de consumo, papel e celulose, mídia impressa, óptico e ortopédico.

Ressalta-se que os 10 centros de distribuição do estudo de caso estão localizados nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, mais especificamente nos estados de Pernambuco, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul.

### 3.2.5 Utilização da técnica TOPSIS para ordenação das práticas avaliadas

De acordo com Lima Junior e Carpinetti (2015), a técnica TOPSIS se destaca por sua simplicidade e capacidade de avaliar um número ilimitado de alternativas e critérios simultaneamente. Também, de acordo com Costa e Duarte Junior (2013), a possibilidade de realizar análises de sensibilidade para diferentes cenários com formulação totalmente desenvolvida em planilhas eletrônicas são fatores positivos para a escolha do método.

O método TOPSIS foi proposto inicialmente por Hwang e Yoon (1981) e, conforme apresentado na revisão de literatura desta pesquisa, é utilizado para ranquear alternativas por ordem de preferência. A princípio, o TOPSIS escolhe uma alternativa que esteja tão próxima quanto possível da solução ideal positiva e o mais distante quanto possível da solução ideal negativa. De acordo com Kahraman, (2008), a solução ideal é formada considerando-se os melhores valores alcançados nas alternativas consideradas durante as avaliações dos critérios, e a solução ideal negativa tomando-se os piores valores.

A aplicação do TOPSIS é realizada por meio de etapas sucessivas. O Quadro 3.1 retrata a sequência destas etapas para a construção do modelo de análise a ser utilizado nesta pesquisa. Salienta-se que todos os cálculos deste modelo foram realizados por meio de uma ferramenta básica, o software Microsoft Excel®.

Após a aplicação das etapas sugeridas pelo método, a ordenação das práticas do *lean warehouse* é alcançada organizando-se de maneira decrescente em termos do coeficiente  $C^*$ .

A técnica multicritério TOPSIS será utilizada nesta pesquisa para ordenar as práticas do *lean warehouse*, definidas através da análise da literatura e avaliadas quanto ao grau de aplicação pelo Comitê de Engenharia. Este *ranking* oferecerá uma visão a respeito de quais são as práticas mais aplicadas no cenário brasileiro e, também, as menos aplicadas, de acordo com os estudos de caso realizados. Esta avaliação será tratada no tópico a seguir.

Quadro 3.1. Passos para a aplicação do TOPSIS

Etapa	Método segundo Singh e Gupta (2016)	Representação Matemática	Consideração assumida em relação à pesquisa
1	Estruturar uma matriz D, como elementos $x_{ij}$ , na qual $i$ representa uma alternativa e $j$ um critério de análise	$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$	As alternativas serão representadas pelas 13 práticas do <i>lean warehouse</i> levantadas na literatura acadêmica. Cada valor $x_{ij}$ corresponderá à média aritmética para cada Grupo de critérios escolhidos pelo Comitê de Engenharia.
2	Normalizar a Matriz D e calcular os coeficientes $r_{ij}$	$r_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}$	N/A
3	Tomando por base os pesos atribuídos ( $w$ ) para cada critério, calcular o valor $v_{ij}$ e definir a matriz Vi	$V_{ij} = w_j r_{ij}$ $V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix}$	O Comitê de Engenharia desta pesquisa deverá definir os pesos para cada Grupo de critérios escolhido ( $w_j$ ).
4	Determinar a solução positiva ideal ( $v_j^+$ ) e a solução negativa ideal ( $v_j^-$ ).	N/A	Para esta pesquisa, a solução ideal positiva $v_j^+$ será caracterizada pelos maiores valores das médias observados nos Grupos escolhidos para cada critério. A solução ideal negativa será caracterizada pelos menores valores das médias observados nos Grupos escolhidos para cada critério.
5	Calcular a distância euclidiana positiva e negativa de cada alternativa, no caso.	A distância positiva $S_i^*$ será dada por: $s_i^* = \left[ \sum_j (v_{ij}^* - v_j^+)^2 \right]^{1/2}$ A distância negativa $S_i'$ será dada por: $s_i' = \left[ \sum_j (v_{ij}' - v_j^-)^2 \right]^{1/2}$	Nesta pesquisa as alternativas serão as práticas do <i>lean warehouse</i> . Para cada uma delas, serão calculadas as distâncias positivas $S_i^*$ e negativas $S_i'$ .
6	Para cada alternativa, utilizar a fórmula ao lado e calcular o indicador $C_i^*$ . Maiores valores de $C_i^*$ indicam melhores resultados.	$C_i^* = \frac{s_i'}{(s_i^* + s_i')}$ Os valores de $C_i^*$ variam de 0 a 1,0	N/A
7	Ordenar as alternativas segundo os valores de $C_i^*$ obtidos.	N/A	N/A

(Fonte: adaptado de Singh e Gupta (2016))

### 3.2.6 Comitê de Engenharia

Todos os estudos de caso desenvolvidos foram analisados por um Comitê composto por três engenheiros especialistas em *lean warehouse*, que atuam junto ao 3PL, realizando consultorias e executando projetos de melhorias nos 10 centros de distribuição focos desta pesquisa. Foi solicitado que cada engenheiro aferisse uma nota a respeito do grau de aplicação das 13 práticas levantadas nestes 10 estudos de caso, a partir de uma escala evolutiva de 1 a 5, desenvolvida pela autora deste trabalho e validada pelos professores da FEM. Nesta escala, a nota 1 reflete que a prática não é aplicada no centro de distribuição e a nota 5, totalmente aplicada, conforme ilustrado n Figura 3.3.

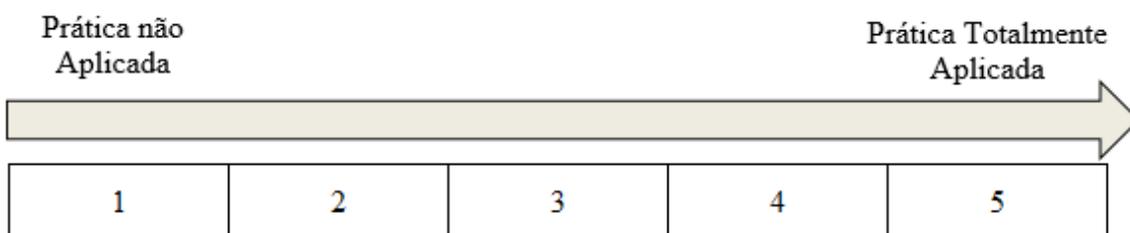


Figura 3.3: Escala evolutiva para aferição de notas pelo Comitê de Engenharia.  
(Fonte: Autora)

Para esta avaliação, foram realizadas três reuniões entre com os membros do Comitê de Engenharia para opiniões e discussões nas escolhas das notas. Por fim, calculou-se a média das notas aferidas em cada estudo de caso analisado, definindo-se assim, o grau de aplicação de cada prática à luz do time de engenharia.

Em seguida, o Comitê de Engenharia definiu, após novas rodadas de discussões, os critérios a serem utilizados para análise dos dados e aplicação do TOPSIS, sendo “Tempo de consultoria do time de Engenharia nas operações estudadas”; “Tempo de experiência do gestor do 3PL”; e “Faturamento mensal do centro de distribuição”. Estes critérios foram divididos em três Grupos, e cada um deles recebeu um grau de ponderação a ser considerado nas análises.

É importante salientar que estes critérios e ponderações foram escolhidos pelo Comitê de Engenharia por serem diretamente associados ao desempenho das operações estudadas. Também, para verificar se a avaliação dos dados proporcionará diferentes resultados. O Quadro 3.2 contempla os critérios e ponderações adotados para cada Grupo.

Quadro 3.2: Parâmetros adotados para cada Grupo pelo Comitê de Engenharia para análises dos dados.

Critérios adotados	Ponderações pra cada critério adotado		
	50%	30%	20%
Tempo de consultoria do time de Engenharia	Acima de 5 anos	Entre 3 e 5 anos	Abaixo de 3 anos
Tempo de experiência do Gestor do 3PL	Acima de 10 anos	Entre 5 e 10 anos	Abaixo de 5 anos
Faturamento anual do centro de distribuição	Acima de R\$500.000	Entre R\$300.000 e R\$500.000	Menor do que R\$300.000

(Fonte: Autora)

Após a definição das notas referentes ao grau de aplicação das práticas do *lean warehouse* nos centros de distribuição brasileiros estudados e escolha dos critérios e ponderações a serem adotados para análises dos dados, utilizou-se o método TOPSIS para ordenação destas práticas.

### 3.2.7 Apresentação dos resultados e debates

A apresentação dos resultados foi realizada tomando-se por base a sequência de valores obtidos com a ordenação das práticas mais aplicadas e as menos aplicadas no cenário brasileiro. Ao final, confrontou-se os resultados encontrados com a literatura, caracterizando-se assim o debate dos dados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente capítulo serão apresentados os 10 estudos de caso realizados nos centros de distribuição brasileiros participantes desta pesquisa, operados pelo mesmo 3PL, de acordo com as premissas iniciais tratadas no tópico 3.2.4 Elaboração dos Estudos de Caso. Em seguida, serão apresentadas as notas aferidas pelo Comitê de Engenharia do 3PL a respeito de cada uma das 13 práticas dos estudos de caso, bem como a média final das notas. Por fim, o método TOPSIS utilizado para a ordenação das práticas de acordo com cada critério adotado. Finaliza-se o capítulo com discussões acerca dos resultados encontrados.

O Quadro 4.1 ilustra a região do Brasil em que o centro de distribuição (CD) está localizado, setor de atuação e, também, apresenta os três critérios a serem avaliados na ferramenta TOPSIS.

Quadro 4.1. Informações Centros de Distribuição dos Estudos de Caso

	Região Brasil	Setor Atuação	Tempo Cons. Time Engenharia (anos)	Tempo Exp. Gestor 3PL (anos)	Faturamento Mensal do Centro de Distribuição
CD1	RS	Automotivo	3	3	Menor que R\$300.000
CD2	PR	Automotivo	1	27	Maior que R\$500.000
CD3	PE	Automotivo	2	16	Entre R\$300.000 e R\$500.000
CD4	MG	Bens de Consumo	5	15	Maior que R\$500.000
CD5	MG	Óptico	4	15	Entre R\$300.000 e R\$500.000
CD6	RJ	Mercado Gráfico	1	1	Menor que R\$300.000
CD7	SP	Papel e Celulose	1	10	Maior que R\$500.000
CD8	SP	Bens de Consumo	6	8	Maior que R\$500.000

CD9	SP	Ortopédico	3	8	Menor que R\$300.000
CD10	SP	Mídia Impressa	4	16	Entre R\$300.000 e R\$500.000

(Fonte: Autora)

#### 4.1 Estudos de Caso realizados nos Centros de Distribuição Brasileiros

Este tópico inicia-se pela descrição de cada estudo com base na coleta de dados realizada por meio de múltiplas fontes de evidências (triangulação), utilizando-se de análise documental, entrevistas e observação direta para conhecimento do cenário de aplicação das práticas do *lean warehouse* nestes centros de distribuição. Após a descrição dos estudos, será apresentada a Tabela 4.1 resumindo as práticas observadas aplicadas e as não aplicadas.

##### 4.1.1 Centro de Distribuição (CD1)

O primeiro centro de distribuição a ser avaliado (CD1) localiza-se na região Sul do Brasil, no estado do Paraná e atua no setor automotivo. Este armazém é responsável pela expedição de todo o volume de peças automotivas de veículos pesados, como caminhões, ônibus e equipamentos de linha amarela do país. O CD1 possui um quadro de 36 colaboradores dedicados nas atividades de recebimento de peças, montagem de *kit* de produtos, armazenagem, separação de pedidos e expedição. O 3PL realiza a operação logística desta empresa parceira há 5 anos.

Todos os processos operacionais deste armazém são estruturados com foco em redução de desperdícios. Ou seja, as atividades que não agregam valor são mapeadas e projetos de melhorias são estruturados para aumentar a produtividade, qualidade e segurança dos processos. Todo este mapeamento é realizado através de um VSM a cada dois anos por um

time de engenharia do 3PL. A partir deste mapeamento, são realizados projetos de melhorias envolvendo todas as atividades operacionais do centro de distribuição.

Existe uma forte cultura 5S que é praticada por todos os colaboradores, que mensalmente recebem treinamentos sobre o programa e a importância de se ter um armazém limpo e organizado. Também, observa-se uma participação destes colaboradores em todos os processos de melhorias que ocorrem no CD1, de forma que todos se sintam parte importante do processo, valorizados e reconhecidos pela alta gestão do 3PL e empresa parceira.

Semanalmente, ocorrem reuniões para discussão de indicadores de desempenho entre liderança do 3PL e liderança da empresa parceira. Estes KPIs ficam expostos em um quadro de gestão à vista disponível na área, porém refletem cenários que já aconteceram, dificultando uma reação mais ágil para atingimento das metas operacionais. Quando ocorrem desvios que acarretam no não atingimento da produtividade esperada, os colaboradores são chamados para discussões e análises de causas, com utilização do ciclo PDCA. Ao encontrar as causas raízes dos desvios, planos de ação são traçados para serem executados.

Todos os produtos do CD1 possuem códigos de barras que auxiliam no rastreamento das movimentações destes materiais pelo armazém. Não há um sistema de gestão de inventário por WMS, porém todos os dados coletados através das etiquetas de código de barras são armazenados e relatórios para análises podem ser gerados via planilhas em Excel.

As atividades de separação de pedidos são realizadas com a utilização de equipamentos, como empilhadeiras e paleteiras elétricas, porém não seguem nenhuma lógica de otimização de rotas de coletas de produtos, uma vez que os colaboradores se deslocam grandes distâncias pelo armazém em busca das posições de armazenagem. Os produtos encontram-se estocados em posições próximas às docas de saída, mas não há um método de agrupamento de itens com base em curva ABC ou outras técnicas de endereçamento, acarretando em perdas de produtividade na atividade.

Todo o *layout* do armazém é estruturado de forma a possibilitar deslocamentos de colaboradores com equipamentos de movimentação de forma segura e eficiente. Estes equipamentos possuem um *check list* a ser preenchido pelos colaboradores antes de utilizá-los, de forma a identificar falhas e necessidades de manutenção. Quando há esta necessidade, as máquinas são direcionadas para as oficinas mecânicas onde são realizadas as atividades corretivas, fora do CD1. Apesar desta prática ser executada, não há um programa de

manutenção que suporte o bom uso dos equipamentos e aumente a sua disponibilidade, ocorrendo muitas paradas operacionais devido a máquinas em manutenção.

#### **4.1.2 Centro de Distribuição (CD2)**

O CD2 está localizado no estado do Rio Grande do Sul. A empresa responsável por este centro de distribuição atua no setor automotivo, mais especificamente na distribuição de pneus de moto, veículos de passeio e caminhões para todo o Brasil. O 3PL realiza a operação logística há 1 ano e possui um quadro formado por 66 colaboradores, dedicados nas atividades de planejamento, recebimento de materiais, armazenagem, controles de inventário, separação e expedição de pedidos.

Desde o início da operação do CD2 pelo 3PL participante desta pesquisa, toda análise dos processos e mapeamento do fluxo de valor (VSM) é realizado rotineiramente pelo time de engenharia e pelo gestor operacional, de forma a identificar as atividades que agregam valor e as que não agregam, para desenvolvimento de projetos de melhorias com foco em aumento de produtividade, qualidade e segurança dos colaboradores.

Toda a gestão do inventário é realizada com um sistema WMS, que possui parametrizações para reportar relatórios de contagem de materiais e movimentações entre processos. Este sistema gera vários KPI que são diariamente acompanhados pela liderança operacional, de forma a auxiliar no atingimento das metas de produtividade. Estes indicadores ficam visualmente disponíveis em quadros de gestão à vista, em que todos podem verificar o desempenho dos processos em que atuam. Quando ocorrem eventos em que as metas não são atingidas, o gestor operacional do 3PL estrutura times formados por diferentes colaboradores, que atuam nos processos, para identificar as causas através do ciclo PDCA e, ao final, ações são geradas para corrigir estes desvios.

Observa-se no CD2 O em termos de locais definidos para alocação de equipamentos que não estão sendo utilizados, limpeza e descarte de insumos em locais delimitados e identificados. Isto tudo ocorre devido ao programa 5S existente, em que todos os colaboradores são treinados e executam os cinco sentidos desta prática no dia a dia. Também, é

incentivado pela gestão operacional do 3PL a participação do time operacional no levantamento de ideias e execução de projetos de melhorias, de forma a contribuir com o clima organizacional e satisfação dos colaboradores.

O *layout* do armazém é desenhado de forma a possibilitar o menor deslocamento de pessoas e equipamentos. Também, existe uma lógica de armazenagem de materiais que segue a curva ABC, estando os produtos de maior índice de coleta para expedição de pedidos próximos as docas, e os que menos são solicitados, estocados em posições mais distantes. Desta forma, a atividade de separação de pedidos é padronizada e segue a lógica discreta, em que é separado um pedido por vez. Observa-se que estas três práticas agilizam as atividades de *picking* e refletem em aumentos na produtividade, aumentando o nível de atendimento a pedidos de clientes.

O CD2 possui equipamentos de movimentação de materiais, como empilhadeiras e paleteiras elétricas e, também, esteiras telescópicas para recebimento e expedição de pedidos a granel, ou seja, produtos que não vão em paletes. Desta forma, todos estes equipamentos possuem um *check list* de verificação para garantir o bom uso das máquinas e são encaminhados para manutenção em caso de algum tipo de falha que comprometa a atividade segura dos colaboradores. A manutenção dos equipamentos é realizada por mecânicos terceirizados, porém equipamentos reserva são utilizados nos períodos de preventivas para garantir as disponibilidades.

#### **4.1.3 Centro de Distribuição (CD3)**

Localizado no estado de Pernambuco, no Nordeste brasileiro, o CD3 é responsável pela distribuição de produtos no setor automotivo, sendo pneus de máquinas agrícolas e veículos de passeio. O 3PL realiza a operação logística deste armazém há 4 anos e possui um quadro formado por 51 colaboradores, dedicados nas atividades de recebimento, gestão do inventário, separação e expedição de pedidos.

Todo o gerenciamento do inventário é realizado por meio do sistema WMS implantado no armazém, de forma que todas as movimentações de materiais são rastreadas e controladas

por relatórios gerados pelo sistema. Este sistema gera indicadores de desempenho que são utilizados nas reuniões diárias realizadas com os gestores operacionais, e todos os KPI são expostos em quadros de gestão à vista. Observa-se que, em alguns casos, não são realizadas análises de causas quando o indicador está fora da meta, sendo muitas vezes tomadas ações para atacar as consequências, não sanando os motivos e voltando os desvios a ocorrer. Porém, para casos críticos, o gestor operacional do 3PL realiza em conjunto com os colaboradores análises através do PDCA, não sendo uma prática rotineira.

Para estes casos críticos, após o PDCA, é realizado um mapeamento do fluxo de valor por meio do VSM para entender mais a fundo onde estão as fontes de desperdícios dos processos e potencializar as melhorias. Os colaboradores participam deste mapeamento, de forma que todos possam contribuir com ideias.

A separação de pedidos ocorre de forma antecipada, ou seja, quando o planejamento libera a programação do dia, equipes de separadores iniciam as atividades e deixam os pedidos prontos, para serem expedidos assim que os veículos chegam no armazém. Esta programação deve ser muito precisa, para que não haja estoques em processo e desperdícios operacionais caso os veículos programados não apareçam. Este método de separação ocorre devido a grandes tempos despendidos nesta atividade, conseguindo nivelar a carga de trabalho dos colaboradores e o atendimento de pedidos dentro das janelas programadas.

Os produtos são armazenados no estoque seguindo critérios de curva ABC, tendo os itens de maior saída alocados próximos uns dos outros e de fácil movimentação para as docas de expedição. Porém, observa-se que a atualização desta curva ABC de materiais não é realizada de forma periódica e de acordo com a sazonalidade. Desta forma, produtos que em determinada época do ano são de baixo giro e alocados em posições longe da expedição, em outros momentos tornam-se itens de alto giro, ocasionando em perdas de produtividade devido ao excesso de deslocamento dos separadores para coletas.

Existem dois tipos de armazenagem de materiais no CD3. Um deles segue o padrão de armazenagem utilizando estruturas porta paletes, com posições de SKU fixas de forma a garantir maior controle de inventário e produtividade na separação de pedidos. O outro é chamado de “bloqueado”, em que não são utilizadas estruturas porta paletes e os pneus ficam armazenados uns sobre os outros, em pilhas de até 6 pneus. Este tipo de estoque aumenta a

produtividade na separação de pedidos, porém necessita de maiores áreas para armazenagem (P5).

Os equipamentos de movimentação são compostos por empilhadeiras, paleteiras elétricas e esteiras telescópicas para carregamentos de pneus a granel. Quando há quebras destas máquinas, as mesmas são levadas até oficinas de manutenção para realizar os reparos, podendo comprometer a produtividade, uma vez que não existem máquinas reservas e não há cronogramas de manutenções preventivas definido, o que reduz a disponibilidade dos equipamentos e pode prejudicar o desempenho do armazém.

No CD3 observa-se que alguns colaboradores executam o 5S nas rotinas diárias, organizando os locais de trabalho e eliminando riscos de acidentes. Porém, não é observada uma cobrança da gestão em relação a esta prática, não sendo executada por todos.

#### **4.1.4 Centro de Distribuição (CD4)**

O próximo centro de distribuição a ser avaliado (CD4) atua no setor de bens de consumo. Localizada no estado de Minas Gerais, este armazém é responsável por 50% do volume expedido do país e conta com um quadro de 132 colaboradores atuantes diretamente nas movimentações de produtos, nas atividades de recebimento e armazenagem de materiais, controles de inventários, separação de pedidos para expedição e montagens de *kits*. O 3PL responsável por toda a operação logística trabalha em parceria com a empresa parceira há aproximadamente 7 anos.

Este armazém possui um programa estruturado de melhoria contínua do 3PL, e teve seu início em 2012. O programa, contempla uma rotina de alinhamento de necessidades da empresa parceira com o nível de serviço a ser oferecido pelo 3PL, traçando juntos uma estratégia de competitividade no mercado baseada em melhorias operacionais e reduções de custos. Tanto o início desta estratégia, quanto a sua manutenção e atualização se dá por meio do mapeamento do fluxo de valor, ou VSM. Este é um evento em que a liderança da empresa parceira e 3PL participam juntos na identificação de desperdícios operacionais e na construção de estratégias de otimização de fluxos, tendo como resultado projetos de melhorias a serem

realizados. Cada projeto é colocado dentro de um cronograma com prazos e responsáveis pela execução.

Este cronograma de projetos, encontra-se exposto na área operacional em quadros de gestão visual, em que todos, a qualquer momento, podem visualizar o andamento dos projetos, os que ainda não iniciaram e aqueles que já foram finalizados. Neste mesmo quadro, observa-se o acompanhamento de indicadores de desempenho operacionais de todas as áreas, como volumes de recebimento, contagem de inventário, volumes de expedição, ocorrências por falhas, dentre outros. Estes KPI podem ser atualizados diariamente, por turno ou com rotina horária, dependendo da necessidade. Os indicadores atualizados de hora em hora são projetados em telões que ficam espalhados pela operação, de forma que o colaborador realiza a sua auto-gestão, e acompanha os resultados quase que em tempo real.

Em frente a este quadro, ocorrem no início do dia as chamadas reuniões de alinhamento estratégico, e participam representantes da liderança direta do cliente e do 3PL. Os assuntos tratados referem-se ao desempenho do dia anterior com base nos KPI expostos e da expectativa operacional do dia. Quando os indicadores não estão atingindo as metas, são realizadas análises de causas para os desvios encontrados e aplicadas ferramentas da qualidade, como o PDCA. Participam destas análises os líderes diretos do 3PL, com suporte dos colaboradores envolvidos no processo em questão e, dependendo do risco que o desvio acarreta, representantes do cliente também participam. Após as análises e levantamento das causas, são traçados planos de ação para corrigir as anomalias e estabilizar novamente o processo em direção as metas, de forma a garantir e manter a qualidade na fonte.

Após as reuniões diárias de acompanhamento, ou em cada início de turno, é realizada uma auditoria 5S no armazém, de forma a verificar se todos estão cumprindo com cada um dos conceitos. Cada área tem um responsável por realizar as auditorias e preservar o bem-estar dos colaboradores em um ambiente de trabalho limpo, organizado e seguro. A cultura do 5S está enraizada na operação por meio do incentivo diário da liderança, que trata do tema em frequentes diálogos diários de segurança e realiza treinamentos mensais com exemplos práticos do dia a dia de como aplicar o 5S no ambiente de trabalho.

O CD4 possui equipamentos de movimentação que auxiliam na produtividade, como empilhadeiras para realizar a armazenagem de SKU e paleteiras elétricas, para realizar toda a movimentação de produtos e separação de pedidos. Para realizar a preservação dos

equipamentos, existe um time de manutenção do armazém responsável pelas manutenções preventivas e corretivas. Porém, apesar da presença deste time, observa-se um alto índice de quebra de equipamentos, o que torna prejudicial o desempenho operacional por não haver máquinas de reposição e, também, altos custos na compra de peças. Corroborando para estes efeitos, não se observa um programa estruturado que garanta a contínua utilização dos maquinários e a preservação de sua vida útil. As atividades preventivas não seguem um padrão de tempos e métodos, podendo variar bastante de equipamento para equipamento e de quem realiza a atividade, prejudicando a disponibilidade total dos equipamentos.

Neste centro de distribuição, o gerenciamento do inventário é realizado através de um WMS. Todas as posições de armazenagem e os produtos possuem etiquetas de identificações com códigos de barras que possibilitam o seu rastreamento e monitoramento. As atividades do armazém são realizadas com o uso de um coletor de dados, onde os códigos de barras são lidos e as informações registradas no sistema, ficando disponíveis para consultas em forma de relatórios. Com a utilização deste WMS, é possível realizar diversas análises de SKU, como estudos de sazonalidade e classificação dos itens de acordo com critérios de relevância.

Neste armazém, os SKU são classificados de acordo com a curva ABC e também, de acordo com critérios de giro e frequência de visitas nas posições de armazenagem. Ao classificar os itens desta maneira, o centro de distribuição consegue de forma estratégica reduzir seus desperdícios de estoque, contemplando no armazém apenas os itens que serão solicitados e em suas devidas quantidades projetadas. Para as atividades de *picking*, os critérios de giro e frequência auxiliam no posicionamento do produto nos corredores de armazenagem localizando-os próximos uns aos outros e também, próximos às docas de expedição. Desta forma, os deslocamentos nas atividades de separação de pedidos são reduzidos e alcançados ganhos em produtividade.

Todas as práticas aplicadas neste CD4 possuem o envolvimento dos colaboradores, desde a etapa de identificação de desperdícios (VSM) até todos os projetos de melhorias realizadas, sejam análises de anomalias ou até mesmo mudanças de processo. Desta forma, os colaboradores sentem-se parte da melhoria e ficam motivados a alcançar suas metas, sendo reconhecidos mensalmente pelos programas premiação de equipes que o armazém implantou.

#### 4.1.5 Centro de Distribuição (CD5)

Também localizado no estado de Minas Gerais, o CD5 é responsável por realizar toda a operação logística de uma empresa que atua no setor óptico. Este armazém é responsável por 100% do volume expedido do país e conta com um quadro de 59 colaboradores, divididos entre os setores de recebimento, armazenagem, expedição, pós-vendas e qualidade. O 3PL participante desta pesquisa realiza os processos deste centro de distribuição há 4 anos.

Todas as melhorias de processos são realizadas no centro de distribuição, a partir do mapeamento do fluxo de valor (VSM) realizado a cada 2 anos, com o suporte do time de engenharia do 3PL. Este VSM é realizado em parceria com o cliente e alinhado com o seu Plano Estratégico, envolvendo áreas como segurança, qualidade, processos e reduções de custos.

Este cronograma é exposto na área operacional em quadros de gestão à vista e fica disponível para todos os colaboradores, que podem acompanhar o andamento dos projetos e maiores detalhes, como prazos para realizações e responsáveis pelas execuções. Também, na mesma área em que se encontra este cronograma, tem-se um quadro de indicadores de performance monitorados para cada área operacional, com metas definidas. Todos os dias, no início do turno, é realizada uma reunião de acompanhamento para discussão dos indicadores e metas do dia. Um painel de indicadores em tempo real é monitorado em uma TV onde é possível identificar a quantidade de pedidos em processamento e expedidos, de forma a viabilizar o atingimento das metas.

Sempre que ocorre alguma anomalia, como por exemplo, ocorrências de expedição ou um indicador que não performou dentro do esperado, são realizadas reuniões com os times envolvidos das áreas onde ocorreu o desvio e utilizadas ferramentas de qualidade por meio do PDCA para analisar as causas. Em muitos casos, o próprio gestor da empresa parceira é convidado para contribuir nas análises. O envolvimento dos colaboradores é extremamente incentivado, uma vez que se sentem responsáveis pelas melhorias dos processos que executam e parte importante da operação, contribuindo com ideias e melhorando o clima organizacional.

A organização do armazém é realizada com base nos fundamentos do 5S, onde cada área tem o seu responsável por garantir o cumprimento de todos os sentidos (*Seiri, Seiketsu,*

*Seiton, Seiso, Shitsuke*). A participação da liderança é fundamental nesta rotina, uma vez que um 5S bem executado, resulta em segurança e bem-estar dos colaboradores.

No CD5 não há equipamentos de movimentação, uma vez que a armazenagem de todos os produtos é realizada em caixas que ficam estocadas em prateleiras. Os colaboradores, com a ajuda de um carrinho, realizam a separação dos SKU seguindo um padrão estabelecido para aumento de produtividade, realizando as rotas de coleta de forma a reduzir as movimentações pelo *layout*. Todas as áreas do armazém foram delimitadas e estruturadas de forma a garantir um fluxo de entrada (recebimento) e saída (expedição) com o mínimo de desvios de movimentações, garantindo a ergonomia dos colaboradores, segurança e produtividade do processo.

O gerenciamento de inventário não é realizado por um WMS, mas sim por um sistema local que armazena dados dos materiais e gera relatórios. Devido ao fato de todos os SKU possuírem código de barras, coletores de dados são utilizados nas atividades de separação, conferência e expedição de pedidos.

A armazenagem de alguns materiais é realizada seguindo critérios da curva ABC, e os materiais de menor giro ficam armazenados em um Sistema de Armazenamento Vertical Automático. Este sistema, conta com uma série de gavetas onde os materiais são armazenados, cada um em sua posição específica. Quando o colaborador solicita a separação de um produto, a gaveta onde este item está armazenado é aberta e o mesmo é coletado, sem que o colaborador se desloque pelo armazém, resultando em ganhos de produtividade.

Neste CD5 também são realizadas atividades de rotulagem de materiais, em que é necessário a colagem de etiquetas em todas as caixas de produtos, realizado em uma máquina de rotulagem. Os colaboradores que fazem parte deste processo são treinados a monitorar o desempenho da máquina e sempre fazer as inspeções do equipamento, através de *check list* e, também, são aptos a realizar pequenos reparos no equipamento. Assim, é possível garantir o bom uso da máquina, aumentando sua disponibilidade e reduzindo custos com manutenções corretivas.

#### **4.1.6 Centro de Distribuição (CD6)**

O CD6 está localizado no estado do Rio de Janeiro e realiza a operação logística de uma empresa no setor de mídia impressa. O 3PL é responsável pelas atividades de recebimento, armazenagem, e expedição de pedidos há 1 ano e atua com um quadro formado por 36 colaboradores.

Logo que iniciou a operação, o time de engenharia do 3PL realizou um mapeamento dos processos operacionais através de um VSM, em que foram identificadas várias oportunidades de reduções de desperdícios e melhorias nas atividades do armazém. Após este mapeamento, ações foram geradas para serem realizadas pela operação, com foco em produtividade, qualidade e reduções de custos. Foi realizado um cronograma e o mesmo encontra-se exposto em quadros de gestão à vista disponibilizados na área operacional, contemplando também, KPI de monitoramento diário. Estes indicadores são atualizados diariamente e discutidos nas reuniões de início de turno, com foco estratégico para atingimento das metas operacionais, utilizando a ferramenta PDCA para tratar os desvios encontrados e fazer melhorias no processo.

Todo o inventário é gerido por um sistema WMS responsável pelo rastreamento e controle dos produtos no CD6, monitorados através de códigos de barras. Com este sistema é possível gerar relatórios de acompanhamento e verificar cenários do estoque, como ocupação das posições, materiais disponibilizados para vendas, dentre outros. Isto torna possível a parametrização sistêmica para que materiais de mesmas características físicas fiquem estocados próximos uns aos outros no *layout*, otimizando espaços de armazenagem. Também, são feitas análises de curva ABC para que produtos que mais são solicitados em pedidos fiquem de mais fácil acesso aos colaboradores no estoque.

A separação de pedidos ocorre de forma padronizada, de acordo com as características dos produtos que serão coletados. Ou seja, quando os itens são de porte leve e menores, os colaboradores realizam a coleta a pé com auxílio de carrinhos que acoplam estruturas para separar itens menores, como parafusos. Para produtos maiores e mais pesados, a separação é realizada com o auxílio de empilhadeiras. Caso estas empilhadeiras quebrem, é necessário envio a oficinas especializadas para realizar a manutenção, reduzindo a disponibilidade de equipamentos no CD6 e caracterizando uma ineficiência operacional, uma vez que não há um cronograma de manutenções preventivas que suportem o bom uso das máquinas.

Os colaboradores são responsáveis por toda a organização do armazém, sendo cobrados pela liderança do 3PL. Desta forma, o grau de envolvimento dos mesmos torna-se cada vez maior, pois sentem-se donos dos processos que executam e participam de forma ativa com ideias de melhorias das atividades diárias.

#### **4.1.7 Centro de Distribuição (CD7)**

O CD7 está localizado no interior do estado de São Paulo e pertence a uma empresa atuante no setor de papel e celulose. O 3PL realiza as operações logísticas deste armazém a aproximadamente 1 ano e é responsável por expedir cerca de 400 mil toneladas de celulose anualmente, com um quadro de 170 colaboradores, distribuídos nos setores de armazenagem e expedição.

Observa-se neste CD7 a presença de indicadores que são monitorados em uma TV exposta na área operacional. A cada uma hora, os KPI são atualizados e é possível verificar se o desempenho operacional está em linha com a meta de produtividade do dia. Caso os indicadores não estejam performando dentro do esperado, análises de causas são realizadas pelo time de colaboradores, mas não é uma prática rotineira. Neste contexto e de forma a corroborar o atingimento das metas operacionais, mapeamentos (VSM) para identificação de desperdícios nos processos são realizados pelo time de engenharia, com objetivos de aumentar a produtividade e reduzir custos operacionais.

Este armazém não possui um WMS para gerenciar o inventário, mas todos os materiais são identificados com códigos de barras e tem seus dados coletados durante as movimentações entre processos (armazenagem, separação, conferência e expedição), de forma a manter um rastreamento e maior controle do inventário. Estes dados podem ser acessados através de relatórios que, além de serem utilizados para gerar os KPI, também auxiliam nos estudos de otimização dos espaços de armazenagem, em que são alocados os itens de maior giro mais próximos das docas, e os de menor giro em locações mais distantes.

O *layout* do CD7 é estruturado de forma a otimizar os espaços de armazenagem, estocando matéria prima (bobinas de papel) em sistemas blocados (empilhados uma em cima

da outra) e produto acabado, alocado em estruturas porta paletes. Isto potencializa as rotas de movimentações e garante a maior ocupação do armazém considerando as características físicas dos produtos. Esta divisão entre tipos de materiais também auxilia na separação de pedidos.

O 5S está presente no armazém e é possível observar uma grande organização e limpeza das áreas operacionais, uma vez que por se tratar de uma operação logística que movimentam produtos pesados (cerca de 2 toneladas por bobina de papel), todo o cuidado com a segurança é cuidadosamente pensado e executado pelos colaboradores. Mensalmente, os colaboradores são treinados nos conceitos 5S e em procedimentos operacionais, para garantir que todos estejam envolvidos com as atividades do centro de distribuição e contribuam também com ideias e melhorias.

Os equipamentos de movimentação são compostos por empilhadeiras específicas para movimentar materiais pesados. Cada máquina desta possui um *check list* que deve ser preenchido pelo colaborador antes de iniciar suas atividades, porém não ocorre um planejamento de manutenções preventivas, apenas em casos de quebras, o que reduz a disponibilidade de equipamentos e afeta a produtividade.

#### **4.1.8 Centro de Distribuição (CD8)**

Também localizado no interior do estado de São Paulo, o CD8 realiza a operação logística da mesma empresa do CD4 tratado anteriormente neste capítulo, no setor de bens de consumo. Diferente do CD4, este centro de distribuição é responsável por apenas 25% do volume total expedido do país, e conta com um quadro de colaboradores menor, com 87 pessoas trabalhando diretamente nas atividades logísticas.

O 3PL realiza as atividades há 6 anos e, ao longo deste tempo, têm traçado uma importante parceria com a empresa na área de melhoria de processos, junto ao time de engenharia do operador logístico. Desta forma, todos os processos são continuamente analisados para garantir a melhor eficiência e qualidade das entregas, através de mapeamentos

do fluxo de valor realizados a cada dois anos, em que todas as oportunidades de melhorias são levantadas e projetos são propostos para serem executados.

Existe uma rotina diária do 3PL junto à gestão da empresa parceira, em que reuniões são realizadas para discutir os KPI operacionais, que são monitorados em tempo real e gerenciados visualmente em quadros disponíveis nas áreas. Sempre que os indicadores não performam dentro da meta estabelecida, um grupo de colaboradores de diferentes áreas analisa as possíveis causas e utiliza ferramentas da qualidade, como o PDCA, para identificar a origem dos desvios. Ao final, planos de ação são gerados para garantir o padrão estabelecido e o atingimento das metas de produtividade. O envolvimento dos colaboradores é fundamental para as análises e contribuem diretamente para o clima organizacional do centro de distribuição, uma vez que os mesmos se sentem parte das melhorias e valorizados pelos gestores.

Todos os colaboradores do armazém praticam os conceitos do 5S no dia a dia. É possível observar que ao final de cada atividade, os mesmos organizam a área, guardam todas as ferramentas utilizadas nas atividades e disponibilizam os equipamentos no local demarcado no *layout*. Da mesma forma que no CD4, o 5S é bastante presente nas atividades dos colaboradores, que participam ativamente de treinamentos e desenvolvimentos no tema.

Os equipamentos utilizados nas atividades deste centro de distribuição são compostos de empilhadeiras e paleteiras elétricas. As primeiras, fazem a armazenagem de paletes no estoque e as outras, fazem a movimentação dos materiais pelas áreas do armazém e separação de pedidos. Todas elas, possuem um responsável por fazer toda a checagem se o equipamento está em condições adequadas para utilização e, em caso negativo, enviam para a área de manutenção do armazém. Cada equipamento possui um cronograma de manutenção preventiva que é executado por um time de mecânicos, e manutenções corretivas em caso de quebras. Porém, ainda se observa um alto índice de paradas de equipamentos para manutenções corretivas, o que interfere diretamente na disponibilidade e pode gerar perdas de produtividade.

Toda a atividade de separação de pedidos é realizada através de rotas definidas de coletas, em que times de separadores realizam a atividade pedido a pedido, caracterizando o modelo de *picking* discreto. A produtividade desta atividade também é potencializada através da organização de produtos no estoque que segue a curva ABC. Neste sistema, os produtos de

alto giro que são coletados todos os dias localizam-se próximos às docas de expedição, e os de pouco giro coletados, em média, uma vez ao mês, localizam-se mais afastados das docas de expedição, reduzindo significativamente o deslocamento dos colaboradores na separação de pedidos.

As posições do estoque destinadas à separação de pedidos são calculadas com base na sazonalidade de cada produto, de forma que em épocas de alta demanda, tem-se mais posições de produtos ocupadas do que em épocas de baixa demanda. Isto torna o espaço de armazenagem altamente eficaz, sem excessos ou faltas de posições disponíveis para coletas de itens para preparação de pedidos. Toda esta análise é possível através de relatórios que são extraídos do sistema de gerenciamento de inventário do armazém, que é realizado por um WMS. Este sistema, proporciona grande controle na movimentação dos materiais e visibilidade operacional com base em inúmeros relatórios disponíveis para cada processo operacional realizado neste centro de distribuição.

#### **4.1.9 Centro de Distribuição (CD9)**

Localizado no interior do estado de São Paulo, o CD9 realiza a operação logística de uma empresa no setor ortopédico. Este armazém é responsável por 100% do volume expedido do país e conta com um quadro de 44 colaboradores, divididos entre os setores de recebimento, rotulagem de materiais, armazenagem, separação e expedição de pedidos. O 3PL realiza toda a operação logística deste centro de distribuição há 3 anos.

Desde o início desta operação, o time de engenharia do 3PL atua fortemente em projetos de melhorias de processos. Estes projetos são mapeados através de VSM realizados para identificar as fontes de desperdícios operacionais, para que de forma estruturada, o 3PL desenvolva projetos de aumentos de produtividade, qualidade, reduções de custos e melhorem o nível de atendimento aos clientes, que se tratam em sua grande maioria, de hospitais.

Este armazém não possui um sistema de gerenciamento de inventário, porém todos os produtos possuem códigos de barras que são utilizados para a conferência de itens dos pedidos. Todos os dados de conferência são armazenados em um banco de dados e ficam

disponíveis para gerar relatórios. Através da análise destes relatórios, são desenvolvidos os KPI de monitoramento operacional que ficam expostos em quadros de gestão à vista. Todos os dias, a liderança do 3PL e da empresa parceira realizam uma reunião diária para alinhamentos das demandas do dia. Sempre que a meta estabelecida de produtividade não é alcançada, um grupo de colaboradores realiza a análise dos motivos deste desvio, utilizando o ciclo PDCA.

O envolvimento dos colaboradores é incentivado pelo gestor operacional do 3PL e pela liderança da empresa parceira. Todos os meses ocorrem treinamentos para reciclagem de procedimentos operacionais ou para conhecimento de novos processos, de forma a aprimorar os colaboradores para melhorarem continuamente as atividades que executam. Um dos temas bastante explorados nos treinamentos e executado na rotina diária é o 5S. Diariamente são realizadas auditorias para verificar todos os cinco sentidos da prática no armazém.

Todo o *layout* do armazém é organizado de forma a facilitar a movimentação de materiais, desde a armazenagem até a coleta de itens para formar os pedidos. Composto por três andares, este centro de distribuição armazena os produtos de maior giro no andar térreo, próximo aos postos de conferência e embalagem, deixando os itens de menor giro ou pouco solicitados em pedidos nos andares acima, sendo pouco visitados para a coleta.

Neste centro de distribuição não existem equipamentos de movimentação, uma vez, devido à característica do material ser muito pequeno e leve, os colaboradores caminham pelo armazém com o auxílio de carrinhos para alocar os materiais separados e encaminhá-los até a área de conferência e embalagem.

#### **4.1.10 Centro de Distribuição (CD10)**

O CD10 está localizado na capital do estado de São Paulo e atua no setor de mídia impressa. Neste armazém, são movimentadas e armazenadas revistas comerciais a serem expedidas para todo o país. O quadro é formado por 76 colaboradores que atuam nas atividades de recebimento de matéria prima, abastecimento de máquinas impressoras, movimentação e armazenamento de produto acabado e expedição de pedidos. O 3PL realiza a

operação logística deste cliente há 15 anos, e há aproximadamente 4 anos, o time de engenharia realiza projetos de melhorias operacionais.

Um mapeamento do processo produtivo foi realizado no armazém no início do ano de 2014, para identificar fontes de desperdícios. Este VSM gerou um cronograma de projetos de melhorias operacionais que foram realizados de forma a aumentar a qualidade e produtividade dos processos. Observa-se também que a gestão do 3PL incentiva a participação dos colaboradores a trazer ideias que contribuam para as melhorias nos processos, premiando as melhorias ideias como forma de reconhecimentos.

Todos os dias ao final de cada turno, os líderes operacionais do 3PL realizam uma reunião para fechar os indicadores operacionais e verificar o atingimento das metas. Estes KPI ficam expostos em quadros de gestão à vista e auxiliam os demais turnos a traçar as estratégias a serem utilizadas para corrigir desvios, caso as metas não tenham sido atingidas. Também, o ciclo PDCA é utilizado para analisar causas do não atingimento de metas, com a participação dos colaboradores.

O *layout* operacional é estruturado de forma que todas as máquinas de impressão fiquem próximas umas das outras, otimizando as rotas de abastecimentos de matéria prima e retirada de produto acabado. A área de estocagem destes produtos acabados é localizada próximo as docas de saída, dando agilidade na separação e expedição de pedidos. Observou-se que, apesar de os produtos armazenados não seguirem uma regra de endereçamento baseada em curva ABC, os itens de maior saída quase sempre são armazenados próximos uns aos outros, de forma a reduzir a movimentação dos colaboradores pelo armazém para realizar a coleta de pedidos. Todas estas movimentações de materiais pelo centro de distribuição são rastreadas, através da coleta de dados presentes nos códigos de barras de todos os itens. Com estes dados, é possível fazer uma gestão do inventário, mesmo sem possuir um sistema WMS.

Os equipamentos utilizados nas atividades deste CD10 são compostos de empilhadeiras de diferentes capacidades, utilizadas de acordo com as características dos produtos movimentados. Todos estes equipamentos são numerados e possuem um cronograma de manutenção preventiva, realizada por uma empresa terceirizada. Caso os colaboradores identifiquem necessidades de reparos dos mesmos, estes abrem ordens de serviços e direcionam as empilhadeiras para as manutenções corretivas.

Todos os equipamentos possuem locais demarcados no *layout* para serem posicionados quando não estão em uso, bem como todos os insumos utilizados nas atividades, como filme *stretch*, paletes e caixas de papelão. Através dos conceitos do 5S, todos os colaboradores organizam e limpam as áreas operacionais após o término de suas atividades, garantindo também a segurança de todos.

Tabela 4.1: Resumo das práticas aplicadas e não aplicadas nos centros de distribuição do estudo de caso

Centros de Distribuição	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
CD1	X	X		X	X	X				X	X	X	X
CD2	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X
CD3	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X
CD4	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	
CD5	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X
CD6	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X
CD7	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X
CD8	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X
CD9	X	X		X	X	X	X			X	X	X	
CD10	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X

(Fonte: Autora)

## 4.2 Aferição de notas pelo Comitê de Engenharia

Após realizados os estudos de caso, os mesmos foram analisados pelo Comitê de Engenharia do 3PL participante desta pesquisa. Para a aferição das notas, cada engenheiro tomou como base conhecimentos técnicos nos princípios e práticas do *lean warehouse*, bem como toda experiência operacional que possuem em cada um dos 10 centros de distribuição estudados. Desta forma, o Comitê levou em consideração a execução de cada prática na rotina

operacional e, também, os resultados que trazem para a eficiência dos processos e qualidade no atendimento ao cliente.

As 13 práticas foram pontuadas com a utilização da escala evolutiva de 1 a 5 apresentada na seção 3.2.6 Comitê de Engenharia. No Quadro 4.2, apresentam-se as notas dadas por cada engenheiro e, no Quadro 4.3, apresentam-se as médias das notas com as pontuações finais para cada prática.

Quadro 4.2. Aferição das notas do Comitê de Engenharia para as 13 práticas do *lean warehouse* nos centros de distribuição do estudo de caso

Engenheiro A										
PRÁTICAS	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6	CD7	CD8	CD9	CD10
P1	4	4	2	5	5	3	2	5	5	2
P2	4	5	5	5	4	5	3	5	4	2
P3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P4	5	5	4	4	5	4	3	5	5	5
P5	5	5	4	4	5	4	3	3	5	2
P6	2	4	4	5	5	4	5	5	5	2
P7	1	3	3	5	2	2	2	5	3	2
P8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P9	1	3	1	2	2	1	1	2	1	3
P10	3	5	5	4	4	4	3	4	4	5
P11	2	4	5	5	5	5	2	5	5	5
P12	4	3	2	5	5	4	2	5	5	4
P13	2	5	3	1	2	2	2	2	1	2
Engenheiro B										
PRÁTICAS	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6	CD7	CD8	CD9	CD10
P1	5	3	2	5	5	3	2	5	4	3
P2	2	5	5	5	2	4	3	5	3	2
P3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P4	5	4	4	5	4	2	4	5	5	3
P5	5	4	4	4	4	2	3	5	4	3
P6	2	4	4	4	5	3	2	5	4	2
P7	1	2	3	4	3	2	2	5	4	2
P8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P9	1	2	1	3	5	1	1	5	1	3
P10	3	4	4	5	5	2	2	5	5	3
P11	2	3	4	4	5	4	4	5	5	3

P12	2	3	2	5	4	2	2	5	5	3
P13	2	4	3	1	5	3	2	3	1	2
Engenheiro C										
PRÁTICAS	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6	CD7	CD8	CD9	CD10
P1	3	5	4	5	5	3	2	5	5	5
P2	2	5	5	5	3	5	2	5	1	5
P3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P4	4	5	3	5	5	4	3	5	5	5
P5	3	5	3	5	5	3	3	5	5	4
P6	2	5	3	5	5	3	2	5	3	1
P7	1	5	3	5	2	3	2	5	2	4
P8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P9	1	2	1	2	2	1	1	4	1	4
P10	5	4	5	5	5	3	2	5	5	5
P11	4	3	5	5	5	3	4	5	5	5
P12	3	3	3	5	5	2	3	5	5	4
P13	3	4	3	1	5	3	2	2	1	2

(Fonte: Comitê de Engenharia)

Quadro 4.3. Média das notas aferidas pelo Comitê de Engenharia para as 13 práticas do *lean warehouse* nos centros de distribuição estudados

Médias das Notas										
PRÁTICAS	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6	CD7	CD8	CD9	CD10
P1	4,00	4,00	2,67	5,00	5,00	3,00	2,00	5,00	4,67	3,33
P2	2,67	5,00	5,00	5,00	3,00	4,67	2,67	5,00	2,67	3,00
P3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P4	4,67	4,67	3,67	4,67	4,67	3,33	3,33	5,00	5,00	4,33
P5	4,33	4,67	3,67	4,33	4,67	3,00	3,00	4,33	4,67	3,00
P6	2,00	4,33	3,67	4,67	5,00	3,33	3,00	5,00	4,00	1,67
P7	1,00	3,33	3,00	4,67	2,33	2,33	2,00	5,00	3,00	2,67
P8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P9	1,00	2,33	1,00	2,33	3,00	1,00	1,00	3,67	1,00	3,33
P10	3,67	4,33	4,67	4,67	4,67	3,00	2,33	4,67	4,67	4,33
P11	2,67	3,33	4,67	4,67	5,00	4,00	3,33	5,00	5,00	4,33
P12	3,00	3,00	2,33	5,00	4,67	2,67	2,33	5,00	5,00	3,67
P13	2,33	4,33	3,00	1,00	4,00	2,67	2,00	2,33	1,00	2,00

(Fonte: Autora)

Observa-se pelo Quadro 4.3 que as práticas mais aplicadas nos centros de distribuição estudados, de acordo com a avaliação do Comitê de Engenharia, são:

P4: Organização do armazém e cultura 5S;

P10: Grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores;

P11: Estrutura, utilização de indicadores de desempenho (KPI) e gestão visual.

E as práticas menos aplicadas (ou não aplicadas), referem-se à:

P3: Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários por rádio frequência (RFID);

P8: Aplicação da técnica de *Cross Docking*;

P9: Aplicação dos conceitos de manutenção produtiva total (TPM).

De forma adicional, com o intuito de observar diferentes ordenações, os dados foram analisados via TOPSIS, pelos três critérios escolhidos pelo Comitê de Engenharia, conforme tópico a seguir.

### **4.3 Análises TOPSIS de acordo com os critérios utilizados**

As análises TOPSIS foram realizadas para os três critérios definidos pelo Comitê de Engenharia, e tomando como base o método utilizado por Singh e Gupta (2016), apresentado no Quadro 3.1 desta pesquisa. Nos subtópicos a seguir, seguem detalhes dos cálculos da Solução Ideal Positiva ( $v_j^+$ ), Solução Ideal Negativa ( $v_j^-$ ), Distância da Solução Ideal Positiva ( $S_i^*$ ), Distância da Solução Ideal Negativa ( $S_i'$ ), Tomador de Decisão ( $C_i^*$ ) e o Ranqueamento ( $C_i^*$ ) das 13 práticas do *lean warehouse*.

#### **4.3.1 Tempo de Consultoria do Time de Engenharia**

O primeiro critério analisado foi o Tempo de Consultoria do Time de Engenharia. No Quadro 4.4 é possível observar todos os cálculos do TOPSIS, e o ranqueamento das práticas no Quadro 4.5.

Quadro 4.4. Cálculos TOPSIS para o critério Tempo de Consultoria do Time de Engenharia

	Tempo de Consultoria do Time de Engenharia		
	50%	30%	20%
	Acima de 5 anos	Entre 3 e 5 anos	Abaixo de 3 anos
P1	5,00	4,40	2,92
P2	5,00	3,27	4,33
P3	1,00	1,00	1,00
P4	5,00	4,67	3,75
P5	4,33	4,20	3,58
P6	5,00	3,47	3,58
P7	5,00	2,73	2,67
P8	1,00	1,00	1,00
P9	3,67	2,13	1,33
P10	4,67	4,40	3,58
P11	5,00	4,33	3,83
P12	5,00	4,27	2,58
P13	2,33	2,07	3,00

Solução Ideal Positiva ( $v_j^+$ )	0,162583119	0,112053001	0,078747214
Solução Ideal Negativa ( $v_j^-$ )	0,032516624	0,024011357	0,018172434

	Distância da Solução Ideal Positiva ( $S_i^*$ )	Distância da Solução Ideal Negativa ( $S_i'$ )	Tomador de Decisão ( $C_i^*$ )
P1	0,026528604	0,157465299	0,855818029
P2	0,0336159	0,153456048	0,820304965
P3	0,168338731	0	0
P4	0,010600587	0,16482125	0,939570884
P5	0,027950708	0,14091068	0,834475434
P6	0,0318745	0,150429807	0,825157725
P7	0,05542855	0,139881441	0,716202178
P8	0,168338731	0	0
P9	0,092476889	0,091082547	0,496201934
P10	0,018553665	0,15193408	0,891173027
P11	0,012108672	0,161165828	0,93011856
P12	0,033220463	0,154588352	0,823115529
P13	0,109559718	0,062101764	0,361768775

(Fonte: Autora)

Quadro 4.5 Ranqueamento das práticas do *lean warehouse* de acordo com o critério Tempo de Consultoria do Time de Engenharia

Ranqueamento (Ci*) – Tempo de Consultoria do Time de Engenharia		
P4	Organização do armazém e cultura 5S	0,939570884
P11	Estrutura, utilização de indicadores de desempenho (KPI) e gestão visual	0,93011856
P10	Grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores	0,891173027
P1	Otimização de fluxos e eliminação de desperdícios operacionais via aplicação do <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	0,855818029
P5	Estudos de layouts para otimizar espaços de armazenagem	0,834475434
P6	Métodos padronizados para separação de pedidos ( <i>picking</i> )	0,825157725
P12	Cultura da qualidade e uso de ferramentas para melhoria contínua	0,823115529
P2	Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários (Código de Barras, WMS)	0,820304965
P7	Gestão de inventário por meio da curva ABC e outras técnicas para endereçamento	0,716202178
P9	Aplicação dos conceitos de manutenção produtiva total (TPM)	0,496201934
P13	Adequação e grau de automação dos equipamentos utilizados no armazém visando produtividade	0,361768775
P3	Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários por rádio frequência (RFID)	0
P8	Aplicação da técnica de <i>Cross Docking</i>	0

(Fonte: Autora)

#### 4.3.2 Tempo de Experiência do Gestor do 3PL

O segundo critério analisado foi o Tempo de Experiência do Gestor do 3PL. No Quadro 4.6 é possível observar todos os cálculos do TOPSIS, e o ranqueamento das práticas no Quadro 4.7.

Quadro 4.6. Cálculos TOPSIS para o critério Tempo de Experiência do Gestor do 3PL

	Tempo de Experiência do Gestor do 3PL		
	50%	30%	20%
	Acima de 10 anos	Entre 5 e 10 anos	Abaixo de 5 anos
P1	4,00	3,89	3,50
P2	4,20	3,44	3,67
P3	1,00	1,00	1,00
P4	4,40	4,44	4,00
P5	4,07	4,00	3,67
P6	3,87	4,00	2,67
P7	3,20	3,33	1,67
P8	1,00	1,00	1,00
P9	2,40	1,89	1,00
P10	4,53	3,89	3,33
P11	4,40	4,44	3,33
P12	3,73	4,11	2,83
P13	2,87	1,78	2,50

Solução Ideal Positiva (vj+)	0,176697898	0,10873652	0,078248159
Solução Ideal Negativa (vj-)	0,038977478	0,024465717	0,01956204

	Distância da Solução Ideal Positiva (Si*)	Distância da Solução Ideal Negativa (Si')	Tomador de Decisão (Ci*)
P1	0,026693689	0,145121971	0,844637626
P2	0,028458662	0,147834155	0,838571631
P3	0,171792151	0	0
P4	0,005196997	0,167654665	0,969933775
P5	0,02217235	0,149652993	0,870959955
P6	0,038389634	0,137604255	0,781869505
P7	0,074318899	0,103836916	0,582843259
P8	0,171792151	0	0
P9	0,119446623	0,058742344	0,329663195
P10	0,018836701	0,161387243	0,895481697
P11	0,014038727	0,163546538	0,920946557
P12	0,039492847	0,135757968	0,774649568
P13	0,096631484	0,080726912	0,455162617

(Fonte: Autora)

Quadro 4.7 Ranqueamento das práticas do *lean warehouse* de acordo com o critério Tempo de Experiência do Gestor do 3PL

Ranqueamento (Ci*) – Tempo de Experiência do Gestor do 3PL		
P4	Organização do armazém e cultura 5S	0,969933775
P11	Estrutura, utilização de indicadores de desempenho (KPI) e gestão visual	0,920946557
P10	Grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores	0,895481697
P5	Estudos de layouts para otimizar espaços de armazenagem	0,870959955
P1	Otimização de fluxos e eliminação de desperdícios operacionais via aplicação do <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	0,844637626
P2	Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários (Código de Barras, WMS)	0,838571631
P6	Métodos padronizados para separação de pedidos ( <i>picking</i> )	0,781869505
P12	Cultura da qualidade e uso de ferramentas para melhoria contínua	0,774649568
P7	Gestão de inventário por meio da curva ABC e outras técnicas para endereçamento	0,582843259
P13	Adequação e grau de automação dos equipamentos utilizados no armazém visando produtividade	0,455162617
P9	Aplicação dos conceitos de manutenção produtiva total (TPM)	0,329663195
P3	Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários por rádio frequência (RFID)	0
P8	Aplicação da técnica de <i>Cross Docking</i>	0

(Fonte: Autora)

### 4.3.3 Faturamento Mensal do Centro de Distribuição

O terceiro critério analisado foi o Faturamento Mensal do Centro de Distribuição. No Quadro 4.8 é possível observar todos os cálculos do TOPSIS, e o ranqueamento das práticas no Quadro 4.9.

Quadro 4.8. Cálculos TOPSIS para o critério Faturamento Mensal do Centro de Distribuição

	Faturamento Mensal do Centro de Distribuição		
	50%	30%	20%
	Acima de R\$500.000	Entre R\$300.000 e R\$500.000	Abaixo de R\$300.000
P1	4,00	3,67	3,89
P2	4,42	3,67	3,33
P3	1,00	1,00	1,00
P4	4,42	4,22	4,33
P5	4,08	3,78	4,00
P6	4,25	3,44	3,11
P7	3,75	2,67	2,11
P8	1,00	1,00	1,00
P9	2,33	2,44	1,00
P10	4,00	4,56	3,78
P11	4,08	4,67	3,89
P12	3,83	3,56	3,56
P13	2,42	3,00	2,00
Solução Ideal Positiva (vj+)	0,172197767	0,114267208	0,077770913
Solução Ideal Negativa (vj-)	0,038988174	0,02448583	0,017947134
	Distância da Solução Ideal Positiva (Si*)	Distância da Solução Ideal Negativa (Si')	Tomador de Decisão (Ci*)
P1	0,030448036	0,143639645	0,825099424
P2	0,03035878	0,154149141	0,835460833
P3	0,171418716	0	0
P4	0,010882591	0,165978007	0,938467972
P5	0,026046296	0,148244371	0,850558286
P6	0,037669861	0,145168462	0,793971745
P7	0,068296625	0,116441721	0,630306179
P8	0,171418716	0	0
P9	0,114617685	0,062875159	0,354240527
P10	0,019254032	0,154096095	0,888929805
P11	0,015248677	0,158745488	0,912360989
P12	0,038108942	0,134989084	0,779841843
P13	0,097464851	0,075967326	0,438023251

(Fonte: autora)

Quadro 4.9 Ranqueamento das práticas do *lean warehouse* de acordo com o critério Faturamento Mensal do Centro de Distribuição

Ranqueamento (Ci*) – Faturamento Mensal do Centro de Distribuição		
P4	Organização do armazém e cultura 5S	0,938467972
P11	Estrutura, utilização de indicadores de desempenho (KPI) e gestão visual	0,912360989
P10	Grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores	0,888929805
P5	Estudos de layouts para otimizar espaços de armazenagem	0,850558286
P2	Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários (Código de Barras, WMS)	0,835460833
P1	Otimização de fluxos e eliminação de desperdícios operacionais via aplicação do <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	0,825099424
P6	Métodos padronizados para separação de pedidos ( <i>picking</i> )	0,793971745
P12	Cultura da qualidade e uso de ferramentas para melhoria contínua	0,779841843
P7	Gestão de inventário por meio da curva ABC e outras técnicas para endereçamento	0,630306179
P13	Adequação e grau de automação dos equipamentos utilizados no armazém visando produtividade	0,438023251
P9	Aplicação dos conceitos de manutenção produtiva total (TPM)	0,354240527
P3	Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários por rádio frequência (RFID)	0
P8	Aplicação da técnica de <i>Cross Docking</i>	0

(Fonte: Autora)

#### 4.4 Discussões acerca dos resultados encontrados

Neste tópico, serão apresentados os debates relacionados aos resultados a respeito das práticas do *lean warehouse* em centros de distribuição, com o intuito de realizar uma análise sobre a aplicação destas práticas no cenário brasileiro, utilizando a técnica TOPSIS para ordenação de resultados.

Por meio da literatura, verificou-se que as práticas do *lean warehouse* encontram-se mais presentes em publicações realizadas a partir do ano de 2007, sendo as práticas que abordam grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores, estudos de *layout* que otimizem espaços de armazenagem e uso de tecnologias para gerenciamento de inventário por

rádio frequência (RFID), as mais incidentes nos trabalhos pesquisados. Porém, estes resultados diferem, em partes, dos resultados encontrados nos estudos de caso e Comitê de Engenharia.

A partir dos levantamentos realizados pela autora, não foi encontrada a prática uso de tecnologias para gerenciamento de inventário por rádio frequência (RFID) em nenhum estudo de caso realizado. Em contrapartida, os resultados convergiram para as práticas relacionadas a estudos de *layout* para otimizar espaços de armazenagem e grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores, observando-se aplicadas nos centros de distribuição estudados e na literatura.

Por meio da avaliação realizada pelo Comitê de Engenharia formado por especialistas no tema, as práticas com maior incidência de aplicação estão relacionadas à organização do armazém e cultura 5S, à utilização de indicadores de desempenho (KPI) e gestão visual e ao grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores, confirmando esta última com o cenário acadêmico como prática com alta incidência de aplicação. A prática de manutenção produtiva total (TPM) apresentou baixo índice de aplicação, de acordo com as avaliações do Comitê, destacando as práticas de uso de tecnologias para gerenciamento de inventário por rádio frequência (RFID) e técnica de *Cross Docking* como não aplicadas no estudo de caso e nem na avaliação do Comitê.

Para os resultados encontrados com a utilização do método TOPSIS, salienta-se que os mesmos são decorrentes dos pesos atribuídos para cada critério. Resultados com valores mais próximos do número 1 para o Tomador de Decisão ( $C_i^*$ ) refletem que a prática é evidenciada como a principal implantada, da mesma forma para resultados mais próximos à zero, evidenciando as com menor índice de aplicação. Desta forma, destaca-se que as práticas alocadas em primeiro no *ranking* e as últimas, corroboram com os resultados encontrados pelo estudo de caso e Comitê de Engenharia para os três critérios utilizados.

## 5 CONCLUSÕES

A presente dissertação teve como objetivo avaliar a aplicação de práticas *lean* em centros de distribuição brasileiros por meio de ordenações utilizando a técnica TOPSIS. Os procedimentos metodológicos utilizados foram pesquisa bibliográfica para o levantamento e análise de trabalhos científicos com o intuito de gerar conhecimento associado às práticas do *lean warehouse* e estudo de caso, para detalhamentos através da abordagem do tema e sua aplicação no cenário brasileiro.

Ao todo, 13 práticas foram identificadas na literatura e avaliadas em dez centros de distribuição brasileiros nos estudos de caso desta pesquisa, valendo-se de coleta de dados através de análises documentais, entrevistas e observações diretas. Cada prática foi avaliada por um Comitê de Engenharia e os dados tratados via três diferentes critérios pela técnica de análise multicritério TOPSIS.

Observou-se na literatura que as práticas que abordam grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores, estudos de *layout* que otimizem espaços de armazenagem e uso de tecnologias para gerenciamento de inventário por rádio frequência (RFID), foram as mais incidentes nos trabalhos pesquisados. De acordo com as avaliações do estudo de caso e Comitê de Engenharia, os resultados da literatura foram, em partes, divergentes, pois não foram encontrados centros de distribuição com a prática que utiliza RFID para gerenciamento de inventário aplicada.

A partir da ordenação realizada pelo método TOPSIS, evidenciou-se que as práticas mais e menos aplicadas convergem para os resultados do estudo de caso e Comitê de Engenharia. E, apesar de utilizar três diferentes critérios, os resultados apresentados pelo TOPSIS confirmaram as análises realizadas no estudo de caso e, de forma positiva, auxiliaram a atingir os objetivos deste trabalho e responder à questão da pesquisa, evidenciando quais são as práticas aplicadas em centros de distribuição brasileiros.

Como limitações da pesquisa, salienta-se que, por ter avaliado apenas 10 centros de distribuição brasileiros e ter considerado diferentes setores do país, o tamanho da amostra utilizada para este trabalho pode ser um fator limitante. Também, ao realizar o estudo de caso em operações gerenciadas pelo mesmo 3PL, podem haver influências nos resultados, uma vez

que o operador logístico pode valer-se de um modelo próprio de operação com a utilização das práticas do *lean warehouse*. Entretanto, apesar das limitações citadas, ressalta-se o caráter exploratório desta dissertação e almeja-se contribuir com um tema pouco trabalhado na comunidade acadêmica brasileira.

Sendo assim, mediante os resultados obtidos e apresentados, pode-se dizer que os objetivos deste trabalho foram alcançados, permitindo uma compreensão mais clara de como o tema *lean warehouse* é explorado no cenário brasileiro, evidenciando as práticas aplicadas e as práticas a serem exploradas. Destaca-se desta forma oportunidades de desenvolvimentos no tema para o cenário brasileiro, de forma a contribuir academicamente para futuras pesquisas.

Como proposição de trabalhos futuros, recomenda-se pesquisas mais detalhadas em relação às práticas relacionadas ao *Cross Docking* e RFID nos centros de distribuição brasileiros, evidenciando dificuldades e benefícios encontrados. Destaca-se oportunidades para futuras pesquisas que abordem análises multicritérios utilizando o método TOPSIS em centros de distribuição. Também, temas relacionados a aplicação das práticas de Manutenção Produtiva Total (TPM), grau de envolvimento e satisfação de colaboradores e cultura da qualidade e uso de ferramentas para melhoria contínua, uma vez que foram encontrados apenas trabalhos refletindo teoricamente a prática, não trazendo estudos aplicados nos centros de distribuição.

## REFERÊNCIAS

- ALVES-MAZZOTTI, A. J. **Cadernos de Pesquisa**, v. 36, n. 129, p. 637-651, set./dez. 2006
- ANHOLON, R. **Método de Implantação de Práticas de Gestão da Qualidade para Microempresas**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.
- AZANHA, A.; VIVALDINI, M.; PIRES, S. R. I.; CAMARGO JUNIOR, J. B. Voice picking: analysis of critical factors through a case study in Brazil and the United States, **International Journal of Productivity and Performance Management**. v. 65, n. 5, pp. 723-739, 2016.
- BAKER, P.; CANESSA, M. Warehouse Design: A structured approach. **European Journal of Operational Research**. v. 193, n. 2, pp. 425-436, 2007.
- BAKER, P.; HALIM, Z. An exploration of warehouse automation implementations: cost, service and flexibility issues. **Supply Chain Management: An International Journal**. v. 12, n. 2, pp. 129 – 138, 2007.
- BALLARD, R. Making Warehouses Healthier. **Logistics Information Management**. v. 7, n. 2, pp. 51-52, 1994.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial**. São Paulo: Bookman, 2010.
- BIANCHINI, A. 3PL provider selection by AHP and TOPSIS methodology. **Benchmarking: An International Journal**, v. 25, n. 1, pp 235-252, 2018.
- BICHENO, J. HOLWEG, M. **The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation**. Fourth Edition. Picsie Books: Buckingham, England, 2009.
- BOWERSOX, D. J., CLOSS, D.J., COOPER, M. B. **Supply Chain Logistics Management**, Fourth Edition, McGraw Hill International Edition, 2013.

BOYSEN, N.; BRISKORN, D.; ERNDE, S. Sequencing of picking orders in mobile rack warehouses. **European Journal of Operational Research**. v. 259, n. 1, pp. 293-307, 2016.

BOZER, Y.A. **Developing and Adapting Lean Tools/Techniques to Build New Curriculum/Training Program in Warehousing and Logistics**, Department of Industrial and Operations Engineering, University of Michigan Ann Arbor, Michigan, 2012.

BRINTRUP, A.; RANASINGHE, D.; MCFARLANE, D. RFID opportunity analysis for leaner manufacturing. **International Journal of Production Research**. v. 48, n. 9, pp. 2745-2764, 2011.

CHEN, J. C.; CHENG, C. H.; HUANG, P. T. B.; WANG, K. J.; HUANG, C. J.; TING, T. C. Warehouse management with lean and RFID application: a case study. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**. v. 69, n. 1-4, pp 531-542, 2013.

CHRISTIANSEN, H. **Effective Warehouse Management Using Lean and Six Sigma**, Master Thesis, Faculty of Science and Technology, 2015.

CONNOLLY, C. Warehouse management technologies, *Sensor Review*, V. 28, Iss. 2 pp. 108-114, 2008.

COSTA, W. A. S.; GOBBO JUNIOR, J. A. Etapas de implementação de WMS: estudo de caso em um varejista noveleiro. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. v. 3, n. 4, pp. 101-121, 2008.

COSTA, L. S.; DUARTE JUNIOR, A. M. D. **Uma metodologia para a pré-seleção de ações utilizando o método multicritério TOPSIS**. XLV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Natal, Rio Grande do Norte, 16-19 de set, 2013.

CUATRECASAS, L. A lean management implementation method in service operation. **International Journal of services Technology and Management**. v. 5, Iss. 6, pp. 532-544, 2004.

DAL FORNO, A.J.; PEREIRA, F.A.; FORCELLINI, F.A.; KIPPER, L.M. Value Stream Mapping: A study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**. v. 72, n. 5-8, pp. 779-790, 2014.

DE KOSTER, R.; LE-DUC, T.; ROODBERGEN, K. J. Design and control of Warehouse Order Picking: A literature review. **European Journal of Operational Research**. v. 182, n. 2, p. 481- 501, 2007.

DEHDARI, P. **Measuring the Impact of Techniques on Performance Indicators in Logistics Operations**. PhD Thesis, Karlsruher Instituts für Technologie, Karlsruhe, 2013.

DEMING, W. E. **The New Economic for Industry, Government, Education**. 2 ed, Cambridge, Center for Advanced Engineering Services, 1994.

DHARMAPRIYA, U. S. S.; KULATUNGA, A. K. **New Strategy for Warehouse Optimization – Lean Warehousing**. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Kuala Lumpur, Malaysia, January 22 – 24, 2011.

DOOLEN, T. L.; VAN AKEN, E. M.; FARRIS, J. A.; WORLEY, J. M.; HUWE, J. Kaizen events and organizational performance: a field study. **International Journal of Productivity and Performance Management**. v. 57, n. 8, pp 637-658, 2008.

DOOLEN, T.L.; HACKER, M.E. A review of lean assessment in organizations: an exploratory study of lean practices by electronics manufacturers. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 24, n. 1, pp.55-67, 2005.

DOTOLI, M.; EPICOCO, N.; FALAGARIO, M.; CONSTANTINO, N.; TURCHIANO, B. An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study. **Computer in Industry**. v. 70, n. 1, pp. 56-69, 2015.

FABER, N.; DE KOSTER, R. B. M.; VAN DE VELDE, S. L. Linking warehouse complexity to warehouse planning and control structure: An exploratory study of the use of warehouse management information systems. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. v. 32, n. 5, pp. 381-395, 2002.

FALKOWSKI, P.; KITOWSKI, P. The 5S methodology as a tool for improving organization of production. **PhD Interdisciplinay Journal**, n. 3, 2012.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, p. 65-75, 2002.

FRAZELLE, E. **Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management**. McGraw-Hill: New York, 2002.

GARCIA, F. C. Applying Lean Concepts in a Warehouse Operation. **Iie Annual Conference and Exhibition**. n. 1, pp. 2819-2859, 2003.

GERGOVA, I. **Warehouse improvement with Lean 5S - A case study of Ulstein Verft AS**. Master thesis at Molde University Colledge, Molde, Norway. 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOPAKUMAR, B.; SUNDARAM, S.; WANG, S.; KOLI, S.; SRIHARI, K. **A simulation based approach for dock allocation in a food distribution center**. Paper presented at the Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference, Washington, DC. 2008.

GU, J.; GOETSCHALCKX, M.; MAC GINNIS, L. F. Research on warehouse operation: a comprehensive review. **European Journal of Operation Research**. v. 177, n. 1, pp. 1-21, 2007.

GUNASEKARAN, A.; MARRI, H. B.; MENCI, F. Improving the effectiveness of warehousing operations: a case study. **Industrial Management & Data Systems**. v. 99, n. 8, pp. 328 – 339, 1999.

HERAGU, S. S.; DU, L.; MANTEL, R. J.; SCHUUR, P. C. Mathematical model for warehouse design and product allocation. **International Journal of Production Research**. v. 43, n. 2, p. 327-338, 2005.

HINES, P.; HOLWEG, N.; RICH, N. Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. **International Journal of Operations & Production Management**, v.4, n.10, p.994-1011, 2004.

HORTA, M.; COELHO, F.; RELVAS, S. Layout design modelling for a real world just-in-time warehouse. **Computers & Industrial Engineering**, v. 101, pp. 1–9, 2016.

HWANG, C.L.; YOON, K. **Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications**. Springer, Berlin Heidelberg, 1981.

JACOBS, F. R.; CHASE, R. B. AQUILANO, N. J. **Operations and Supply Management**, 12th ed. McGraw-Hill Irwin, 2009.

JAGDISH, R.; JADHAY, S. S.; RANE, M. S. B. Exploring barriers in lean implementation. **International Journal of Lean Six Sigma**. v, 5, n. 2, pp. 122-148, 2014.

KAHRAMAN, C. **Fuzzy multicriteria decision making: theory and applications with recent developments**. Turkey: Springer Science, 2008.

KILIC, H.; DURMUSOGLU, M.; BASKAK, M. Classification and modeling for in-plant milk-run distribution systems. **International Journal of Advanced Technology**. v. 68, n. 9-12, pp. 1135-1146, 2012.

KUMAR, P.; SINGH, R. K. A fuzzy AHP and TOPSIS methodology to evaluate 3PL in a supply chain. **Journal of Modelling in Management**, v. 7, n. 3, pp. 287-303, 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **A Brief History of Lean**. Disponível em: <<https://www.lean.org>>. Acesso em: 17 out. 2016.

LE-DUC, T.; DE KOSTER, R. **Travel distance estimation in a single-block ABC storage strategy warehouse**. **Distribution Logistics: Advanced Solutions to Practical Problems**. Springer, Berlin: Fleischmann, pp. 185-202, 2004.

LIKER, J. K. **The Toyota way: 14 Management Principals from the world's greatest manufacturer**. MCGraw-Hill: New York, 2004.

LIM, M. K.; BAHR, W.; LEUNG, C. H. S. RFID in the warehouse: A literature analysis (1995-2010) of its applications, benefits, challenges and future trends. **International Journal of Production Economics**, v. 145, n. 1, pp. 409-430, 2013.

LIMA JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. Uma comparação entre os métodos TOPSIS Fuzzy- TOPSIS no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores. **Revista Gestão e Produção**. v. 22, n. 1, pp. 17-24, 2015.

MALTA, J.; CUNHA, P.F. A new approach for cost modelling and performance evaluation within operations planning. **Journal of Manufacturing and Science Technology**. v. 4, n. 3, pp. 234-242, 2011.

MANGAN, J.; LALWANI, C.; BUTCHER, T. **Global logistics and supply chain management**. 2 ed. John Wiley & Sons: Chichester, 2011.

MARCOVITZ, D. **5S for Information**. Lean Enterprise Institute, 2008. Disponível em: <<https://www.lean.org/common/display/?o=374>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

MARODIN, G. A.; SAURIN, T. A. Implementing lean production systems: research areas and opportunities for future studies. **International Journal of Production Research**. v. 51, pp. 6663-6680, 2013.

MELTON, T. The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. **Chemical Engineering Research and Design**. v. 83, n. 6, pp. 662-673, 2005.

MOAYED, A. F.; SHELL, R. L. Comparison and evaluation of maintenance operations in lean versus non-lean production systems. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. v. 15, n. 3, pp. 285-296, 2009.

MOHSEN, M. D. H. A framework for the design of warehouse layout. **Facilities**. v. 20, n. 13/14, pp. 432-440, 2002.

MORESI, E. **Metodologia da pesquisa**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, v. 108, 2003.

MOURA, R. A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**. São Paulo: IMAM, 2005.

MUSTAFA, M. S. **A Theoretical Model of Lean Warehousing**. Ph.D Thesis, Politecnico di Torino, Italy, 2015.

MUSTAFA, M. S.; CAGLIANO, A. C.; RAFELE, C. A Proposed Framework for Lean Warehousing. **Pioneering Solutions in Supply Chain Performance Management: Concepts, Technologies and Applications**, pp 137-149, 2013.

OHNO, T. **Toyota Production System: Beyond Large Scale Production**. Productivity Press: Portland, 1988.

OLIVEIRA, D. F.; TINELLI, L. M.; BECKER, M. **Abordagens para uma eficiente gestão de estoques**. 14º Congresso de Iniciação Científica – Anais dos Eventos do UNICEP, outubro, 2011.

PALMER, V. S. **Inventory Management Kaizen**. 2nd Int. Workshop on Engineering Management for Applied Technology, Austin, Texas, 2001.

PAN, G. Q.; FENG, D. Z.; JIANG, M. X. **Applications research of shortening delivery a mapping analysis**. IEEE 17th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Macau, pp. 733–736, 2010.

PAN, H.; WAN, R.; DONG, H.; ZHOU, F. **The Research of Logistics Cost and Influencing Factors Based on Cross Docking**. International Conference of Transportation Professionals, 2013.

PANOUSOPOULOU, P.; PAPADOPOULOU, E.; MANTHOU, V. **Cross Docking - A Successful Method in Warehouses: A Case Study of a 3PL Provider**. 2nd International Conference on Supply Chains, 2012.

PEREIRA, C. M.; ANHOLON, R.; BATOCCHIO, A. Proposição de método para definir as posições de paletes destinados à separação de cargas fracionadas em um armazém. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. v. 11, n. 4, pp. 231-247, 2016.

PHOGAT, S. An Introduction to Applicability of Lean in Warehousing. **International Journal of Latest Research in Science and Technology**. v. 2, n. 5, p. 105-109, 2013.

PIERCY, N.; RICH, N. Lean transformation in the pure service environment: the case of the call service centre. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 29, n. 1, 2009 pp. 54-76, 2009.

ROWLEY, J. **The Principles of Warehouse Design**, 2nd ed., Guideline No. 4, The Institute of Logistics and Transport, Corby, 2000.

SAYGIN, C. Adaptive inventory management using RFID data. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 32, I. 9, pp. 1045–1051, 2007.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of operations management**. v. 25, n. 4, pp. 785-805. 2007.

SHARMA, S.; SHAH, B. Towards lean warehouse: transformation and assessment using RTD and ANP. **International Journal of Productivity and Performance Management**. v. 65, n. 4 pp. 571 – 599, 2016.

SHINGO, S. **A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint**, Productivity Press, New York, NY, 1989.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis, UFSC, v. 5, n. 6, 2001.

SINGH, B.; GARG, S. K.; SHARMA, S. K.; GREWAL, C. Lean implementation and its benefits to production industry. **International Journal of Lean Six Sigma**. v. 1 n. 2, pp. 157-168, 2010.

SING, R. K.; GUPTA, A. Ranking of barriers for effective maintenance by using TOPSIS approach. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. v. 22, n. 1, pp. 18-34, 2015.

SOBANSKI, E. B. **Assessing Lean Warehousing: Development and validation of a lean assessment tool**. Ph.D. Thesis, Oklahoma State University, Oklahoma, 2009.

SWART, A. D. **The Current Understanding of Lean Warehousing principles in a Third Party Logistics Provider in South Africa**. Master Thesis, University of the Witwatersrand, Johannesburg, 2015.

TAJIMA, M. Strategic value of RFID in supply chain management. **Journal of Purchasing and Supply Management**. v. 13, n. 4, pp. 261–273, 2007.

THOMAS, L. M. MELLER, R. D. Developing design guidelines for a case-picking warehouse. **International Journal of Production Economics**. v. 170, pp. 741–762, 2015.

VAN DEN BERG, J. P. **Integral Warehouse Management. The Next Generation in Transparency, Collaboration and Warehouse Management Systems**. Management Outlook: Utrecht, Netherland, 2007.

VENKATESWARAN, S.; NAHMENS, I.; IKUMA, L. Improving healthcare warehouse operations through 5S. **IIE Transactions On Healthcare Systems Engineering**, v. 3, n. 4, 2013.

VILLARREAL, B.; ARRIAGA, J.; CARDENAS, C.; RIVERA, J. P.; CAMPOS, H. **Improving Agility in Distribution Operations**. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Bali, Indonesia, January 7 – 9, 2014.

VISSER, J. **Lean in the Warehouse: Measuring Lean Maturity and Performance Within a Warehouse Environment**. Master Thesis. Erasmus University Rotterdam, Rotterdam, 2014.

WAMBA, S. F.; COLTMAN, T. R.; MICHEAL, K. **RFID enabled warehouse optimization: Lessons from early adopters in the 3PL industry**. Paper presented at the International Conference on Information Systems, Paris, France. 2008.

WANG, H.; CHEN, S.; XIE, Y. An RFID-based digital warehouse management system in the tobacco industry: a case study. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 9, 2010.

WEKERMA, M. C. C. **Lean Seis Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. 1ª ed. v.4. Werkema Editora: Belo Horizonte, 2006.

WOMACK, J. P. Why Toyota Won. **Wall Street Journal**, 2006. Disponível em: <<https://www.wsj.com/articles/SB113980175982572192>>. Acesso em: 28 fev. 2016.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. Simon & Schuster: New York, 1996.

WU, Z.; XU, J.; XU, Z. A multiple attribute group decision making framework for the evaluation of lean practices at logistics distribution centers. **Annals of Operations Research**, pp. 1-23, 2015.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**, 5th ed., Bookman, Porto Alegre, 2015.

ZHANG, G.; NISHI, T.; TURNER, D. O. S.; OGA, K.; LI, X. An Integrated Strategy for a Production Planning and Warehouse Layout Problem: Modeling and Solution Approaches. **Omega Journal**, v. 68, pp. 85–94, 2017.

ZYLSTRA, K. D. **Lean Distribution: Applying Lean Manufacturing to Distribution**, Logistics and Supply Chain. John Wiley & Sons: New Jersey, 2006.

## APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### Análise da aplicação das práticas do *Lean Warehouse* em centros de distribuição

**Nome dos responsáveis: Caroline Morito Pereira e Prof. Dr. Rosley Anholon**

**Número do CAAE: 78625317.0.0000.5404**

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

#### **Justificativa e objetivos:**

A principal justificativa para a realização desta pesquisa é a de que ainda são poucos os trabalhos que analisam as práticas do *lean warehousing* aplicadas em centros de distribuição. Nosso objetivo principal é analisar tais benefícios em 18 centros de distribuição, coordenados por um mesmo Operador Logístico Brasileiro (Manserv), localizados nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro.

#### **Procedimentos:**

Você está sendo convidado a participar de uma entrevista e para tal solicitamos o preenchimento de algumas informações. Inicialmente, assinale a opção declarando que recebeu e leu o TCLE e deseja participar desta pesquisa como voluntário. Em seguida, insira seus dados, a relação que possui com o tema na empresa e seu e-mail, caso queira receber os resultados finais desta pesquisa. Na sequência, avalie cada das perguntas apresentadas, utilizando de seus conhecimentos a respeito das práticas do *lean warehousing* que são aplicadas no centro de distribuição de sua gestão. As práticas contempladas na pesquisa foram levantadas através de uma revisão sistemática da literatura e estruturadas em 12 categorias: P1) Otimização de fluxos e eliminação de desperdícios operacionais via aplicação do *Value Stream Mapping* (VSM); P2) Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários (Código de Barras, WMS e RFID); P3) Organização do armazém e cultura 5S; P4) Estudos de *layouts* para otimizar espaços de armazenagem; P5) Métodos padronizados para separação de pedidos (*picking*); P6) Gestão de inventário por meio da curva ABC e outras técnicas para

endereçamento; P7) Aplicação da técnica de *Cross Docking*; P8) Aplicação dos conceitos de manutenção produtiva total (TPM); P9) Grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores; P10) Estrutura, utilização de indicadores de desempenho (KPI) e gestão visual; P11) Cultura da qualidade e uso de ferramentas para melhoria contínua; P12) Adequação e grau de automação dos equipamentos utilizados no armazém visando produtividade. Acredita-se que na média as entrevistas irão durar por volta de 1 hora e serão realizadas em horário administrativo em dias úteis, a serem agendados segundo a disponibilidade do entrevistado.

### **Desconfortos e riscos:**

Não há riscos previsíveis associados a esta pesquisa. Você **não** deve participar deste estudo se sentir qualquer desconforto em fornecer as informações solicitadas.

### **Benefícios:**

O grande benefício indireto associado a esta pesquisa está relacionado à contribuição para a empresa e para o conhecimento científico, visto que tal análise pode motivar o desenvolvimento de futuras pesquisas.

### **Acompanhamento e assistência:**

A todo o momento, os responsáveis por essa pesquisa estarão disponíveis via meios eletrônicos (e-mail, telefone, entre outros) ou pessoalmente para prestar assistência e acompanhamento. Tais contatos são apresentados posteriormente.

### **Sigilo e privacidade:**

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

### **Ressarcimento e Indenização:**

Não há custos relacionados a esta pesquisa. Você terá a garantia ao direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

### **O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).**

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas

**Contato:**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora e/ou seu orientador acadêmico:

1) Caroline Morito Pereira, Rua Mendeleiev, 200, Departamento de Engenharia de Manufatura e Materiais (DEMM), Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), Universidade Estadual de Campinas, telefone (19) 99193-2390, e-mail [carolinemp.producao@gmail.com](mailto:carolinemp.producao@gmail.com), sala ED306

2) Professor Doutor Rosley Anholon, Rua Mendeleiev, 200, Departamento de Engenharia de Manufatura e Materiais (DEMM), Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), Universidade Estadual de Campinas, telefone (19) 3521-3312, e-mail [rosley@fem.unicamp.br](mailto:rosley@fem.unicamp.br), sala EE207

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:30hs às 11:30hs e das 13:00hs as 17:00hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: [cep@fcm.unicamp.br](mailto:cep@fcm.unicamp.br).

**Consentimento livre e esclarecido:**

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento. O consentimento se dará pelo preenchimento e assinatura do documento intitulado “Dados do Entrevistado e Consentimento”.

Nome do (a) participante:

---

Contato telefônico:

---

e-mail (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

**Responsabilidade do Pesquisador:**

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.  
Caroline Morito Pereira

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.  
Rosley Anholon

## APÊNDICE B – Roteiro de Entrevistas

### **Análise das práticas do *Lean Warehouse* aplicadas em centros de distribuição**

As questões devem ser respondidas, considerando se a prática é aplicada no centro de distribuição de sua gestão e a forma como ela é executada, seus benefícios e dificuldades inerentes. As práticas a serem avaliadas são:

- P1) Otimização de fluxos e eliminação de desperdícios operacionais via aplicação do *Value Stream Mapping* (VSM)
- P2) Uso de tecnologias de gerenciamento de inventários (Código de Barras, WMS e RFID);
- P3) Organização do armazém e cultura 5S
- P4) Estudos de *layouts* para otimizar espaços de armazenagem
- P5) Métodos padronizados para separação de pedidos (*picking*)
- P6) Gestão de inventário por meio da curva ABC e outras técnicas para endereçamento
- P7) Aplicação da técnica de *Cross Docking*
- P8) Aplicação dos conceitos de manutenção produtiva total (TPM)
- P9) Grau de envolvimento e satisfação dos colaboradores
- P10) Estrutura, utilização de indicadores de desempenho (KPI) e gestão visual
- P11) Cultura da qualidade e uso de ferramentas para melhoria contínua
- P12) Adequação e grau de automação dos equipamentos utilizados no armazém visando produtividade

1. A análise de desperdícios dos operacionais e o mapeamento das atividades que não agregam valor são realizadas através da ferramenta VSM (*Value Stream Mapping*)? Qual a sua rotina de execução?
2. A gestão do inventário do centro de distribuição é realizada através de algum sistema? São utilizadas etiquetas de código de barras ou de RFID para rastreamento dos produtos?
3. A cultura 5S é executada para a organização do centro de distribuição? Os colaboradores praticam todos os “S” em seu trabalho?
4. O *layout* operacional é estruturado de acordo com estudos para otimização de rotas, redução de desperdícios de movimentações e segurança dos colaboradores?
5. A separação de pedidos (*picking*) segue algum critério em sua execução? Houve algum estudo para definir os melhores padrões para cada tipo de pedido?
6. Os itens do centro de distribuição são alocados nos estoques de acordo com algum critério de endereçamento específico que vise o aumento de produtividade na separação de pedidos?

7. Este centro de distribuição possui operações de *Cross Docking*? Este processo é executado para tipos específicos de pedidos?
8. A manutenção dos equipamentos é realizada através da aplicação dos conceitos de manutenção produtiva total (TPM)?
9. Como os colaboradores são envolvidos nas melhorias dos processos do centro de distribuição? Há algum programa de incentivo à participação com ideias de melhorias e reconhecimentos por desempenhos?
10. Existem indicadores (KPI) operacionais monitorados em quadros de gestão visual expostos nas áreas? Como é esta rotina de atualização e discussões destes indicadores junto à liderança operacional?
11. São aplicadas ferramentas da qualidade para resoluções de problemas operacionais? Quem executa estas ferramentas e quais são as mais aplicadas?
12. Utiliza-se de tecnologias e/ou automação de equipamentos que visem aumentos de produtividade neste centro de distribuição? Quais?