UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA

PAULO HENRIQUE BENTO

ANÁLISE DA RELAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA COM O PLANEJAMENTO LOGÍSTICO

Joinville
2018

PAULO HENRIQUE BENTO

ANÁLISE DA RELAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA COM O PLANEJAMENTO LOGÍSTICO

Trabalho apresentado como requisito para obtenção do título de bacharel no Curso de Graduação em Engenharia de Transportes e Logística do Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Prof.ª Dra. Janaína Renata Garcia.

Joinville

2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por permitir mais este passo em minha vida.

Ao meu pai Paulo Roberto (*in memoriam*), pela educação, exemplo de ser humano e lições de vida. Que, infelizmente não pode estar presente fisicamente nesse momento tão feliz da minha vida. Saudades eternas!

À minha mãe Fátima, guerreira e minha heroína, pela inspiração, motivação. educação, dedicação, compreensão e amor incondicional. Você é meu maior exemplo de vida!

Ao meu irmão Paulo Ricardo, à minha cunhada Aline e ao meu sobrinho Pedro Henrique, pelo carinho, apoio e incentivo.

Aos demais familiares que sempre me deram o suporte necessário.

À professora Janaína Renata Garcia, pela orientação, conhecimento, dedicação, paciência, empenho e por me incentivar no desenvolvimento deste estudo.

Aos demais professores pelos ensinamentos e que contribuíram para meu crescimento intelectual e pessoal.

Aos amigos Bruno Spricigo, Lucas Menezes, Allan Thiesen, Lucas do Vale, Márcio Lopes, Paulo Gonschorowski, Mariana Perassa, grandes amigos e irmãos de coração que a graduação me proporcionou, e demais colegas de graduação pela amizade, motivação, companheirismo e apoio incondicional.

À Universidade Federal de Santa Catarina por ter proporcionado toda a base para que este estudo se tornasse uma realidade.

“A tecnologia vai reinventar o negócio, mas as relações humanas continuarão a ser a chave para o sucesso.”

(Stephen Covey)

RESUMO

O crescente processo de competitividade entre as organizações, tem feito com que se desenvolvam processos inovadores com intuito a fidelização e satisfação dos seus clientes. Para conquistar esse sucesso, é necessário desenvolver um planejamento logístico eficiente, buscando oportunidades e vantagens competitivas por meio do nível de serviço com a satisfação de seus clientes, bem como a redução de desperdícios. Nesse contexto, a filosofia e as ferramentas da manufatura enxuta podem auxiliar na identificação e eliminação dos desperdícios ocasionados pela falta de planejamento. Assim, o presente trabalho tem por objetivo analisar a relação das ferramentas da manufatura enxuta com o planejamento logístico. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica das principais ferramentas e do modelo de planejamento logístico que se divide nos níveis de planejamento estratégico, tático e operacional, além de o considerar como um triângulo de tomadas de decisões logísticas, em que procura-se resolver quatro grandes áreas de problema: níveis de serviço ao cliente, localização das instalações, decisões sobre estoque e decisões sobre transporte. Com base nisso, verificou-se a aplicabilidade das ferramentas da manufatura enxuta e, posteriormente realizou-se uma análise individual dessas ferramentas visando relacioná-las ao planejamento logístico. Após essas análises, conclui-se que as ferramentas da manufatura enxuta podem auxiliar para que o planejamento logístico seja realizado com êxito e colaborar para que seja cumprido tudo aquilo que foi planejado.

Palavras-chave: Planejamento logístico. Ferramentas da manufatura enxuta. Redução de desperdícios.

ABSTRACT

The growing process of competitiveness among organizations has led to the development of innovative processes aimed at customer loyalty and satisfaction. To achieve this success, it is necessary to develop efficient logistics planning, seeking opportunities and competitive advantages through the level of service with the satisfaction of its customers, as well as the reduction of waste. In this context, the philosophy and tools of lean manufacturing can help identify and eliminate wastes caused by lack of planning. Thus, the present work has the objective of analyzing the relationship between lean manufacturing tools and logistic planning. For this, a bibliographical research was carried out on the main tools and logistic planning model that is divided into the levels of strategic, tactical and operational planning, besides to consider it as a triangle of logistical decision-making, in which it seeks to solve four major areas of problem: levels of customer service, location of facilities, decisions on inventory and decisions on transportation. Based on this, the applicability of lean manufacturing tools was verified and, subsequently, an individual analysis of these tools was carried out in order to relate them to logistic planning. After these analyzes, it was concluded that the tools of lean manufacturing can help to ensure that the logistics planning is carried out successfully and to collaborate so that everything that was planned is fulfilled.

Keywords: Logistic Planning. Lean Manufacturing Tools. Waste Reduction.

Lista de Figuras

Figura 1 – Aspectos metodológicos utilizados 16
Figura 2 – Etapas do trabalho 17
Figura 3 – Estrutura do trabalho 18
Figura 4 – A casa do Sistema Toyota de Produção 20
Figura 5 – Benefícios da redução de desperdícios 24
Figura 6 – Ordem de tratamento dos cinco sensos 31
Figura 7 – TPM e seus pilares 36
Figura 8 – Ciclo PDCA 38
Figura 9 – O sistema Milk Run 40
Figura 10 – O triângulo de tomadas de decisões logísticas 46
Figura 11 – Fluxo do planejamento logístico 49

Lista de Quadros

Quadro 1 – Definições de Manufatura Enxuta 22
Quadro 2 – Significado de cada um dos 5S 31
Quadro 3 – Ações necessárias para aplicação dos cinco censos 32
Quadro 4 – Os oito pilares da TPM 37
Quadro 5 – Parâmetros básicos e essenciais para realizar o PL 42
Quadro 6 – Exemplos de processos decisórios em cada nível do PL 45
Quadro 7 – Estágios e objetivos do serviço ao cliente 47
Quadro 8 – Objetivos da estratégia de localização 48
Quadro 9 – Objetivos da estratégia de transporte 48
Quadro 10 – Funções e objetivos da estratégia de estoque 48
Quadro 11 - Aplicação das ferramentas nos desperdícios da ME 51
Quadro 12 - Aplicação das ferramentas no planejamento estratégico 52
Quadro 13 - Aplicação das ferramentas no planejamento tático 52
Quadro 14 – Aplicação das ferramentas no planejamento operacional 53
Quadro 15 – Aplicação das ferramentas no serviço ao cliente 54
Quadro 16 – Aplicação das ferramentas na estratégia de localização 55
Quadro 17 – Aplicação das ferramentas da estratégia de transporte 55
Quadro 18 – Aplicação das ferramentas na estratégia de estoque 56
Quadro 19 – Análise da metodologia 5S na redução de desperdícios 57
Quadro 20 – Análises da metodologia 5S 58
Quadro 21 – Análise do heijunka na redução de desperdícios 59
Quadro 22 – Análises do heijunka 60
Quadro 23 – Análise do kankan na redução dos desperdícios 61
Quadro 24 – Análises do kanban 62
Quadro 25 – Análise do poka-yoke nos objetivos do serviço ao cliente 63
Quadro 26 – Análise do TPM na redução dos desperdícios 64
Quadro 27 – Análises da TPM 65
Quadro 28 – Análises do VSM 66
Quadro 29 – Análise geral do ciclo PDCA 67
Quadro 30 – Análise do trabalho padronizado na redução de desperdícios 68
Quadro 31 – Análises do trabalho padronizado 69

Quadro 32 – Análise do milk run no planejamento estratégico 70
Quadro 33 – Análise do milk run nos planejamentos tático e operacional 70
Quadro 34 – Análise do milk run na estratégia de localização 71
Quadro 35 – Análise do milk run na estratégia de transporte 71
Quadro 36 – Resumo das análises das ferramentas da manufatura enxuta 72

LISTA DE ABREVIATURAS

JIT – Just-in-time

ME – Manufatura Enxuta

MR – Milk Run

PL – Planejamento Logístico

STP – Sistema Toyota de Produção

TP – Trabalho Padronizado

TPM – Manutenção Produtiva Total

VSM – Mapeamento de Fluxo de Valor

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 OBJETIVOS 14
1.1.1 Objetivo Geral 14
1.1.2 Objetivos Específicos 14
1.2 METODOLOGIA 15
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO 17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 19
2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO 19
2.2 MANUFATURA ENXUTA 21
2.3 OS OITOS DESPERDÍCIOS DA MANUFATURA ENXUTA 23
2.3.1 Desperdício de Tempo de Espera 24
2.3.2 Desperdício em Transporte 25
2.3.3 Desperdício de Produtos Defeituosos 25
2.3.4 Desperdício de Movimentação 25
2.3.5 Desperdício de Superprodução 26
2.3.6 Desperdício de Estoque 26
2.3.7 Desperdício de Processamento 27
2.3.8 Desperdício do Conhecimento 27
2.4 OS CINCO PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA 27
2.4.1 Valor 27
2.4.2 Fluxo de Valor 28
2.4.3 Fluxo Contínuo 28
2.4.4 Produção Puxada 29
2.4.5 Perfeição 29
2.5 FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA 30
2.5.1 Metodologia 5S 30
2.5.2 Heijunka 32
2.5.3 Kaizen 32
2.5.4 Kanban 33

2.5.5 Poka-yoke 34
2.5.6 Manutenção Produtiva Total 35
2.5.7 Mapeamento de Fluxo de Valor 38
2.5.8 Ciclo PDCA 38
2.5.9 Trabalho Padronizado 39
2.5.10 Milk Run 40
2.6 PLANEJAMENTO LOGÍSTICO 41
3 ANÁLISE DAS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA 50
3.1 APLICABILIDADE DAS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA 50
3.2 ANÁLISE DAS FERRAMENTAS 56
3.2.1 Análise da Metodologia 5S 57
3.2.2 Análise do Heijunka 58
3.2.3 Análise do Kaizen 60
3.2.4 Análise do Kanban 61
3.2.5 Análise do Poka-yoke 63
3.2.6 Análise da TPM 63
3.2.7 Análise do VSM 65
3.2.8 Análise do Ciclo PDCA 66
3.2.9 Análise do Trabalho Padronizado 67
3.2.10 Análise do Milk Run 69
3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DAS ANÁLISES 72
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 73
4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 74
REFERÊNCIAS 75

1 INTRODUÇÃO

Com o processo de globalização em curso, o mercado atual, altamente competitivo, desafia as empresas a reexaminarem suas estratégias e seus relacionamentos com fornecedores e clientes para manter sua posição no mercado (BULLER, 2012). Conforme Duarte et al. (2015), para se obter vantagem competitiva, as empresas necessitam de uma crescente demanda por estruturas organizacionais ajustáveis, enxutas e flexíveis.

Além da busca da satisfação dos clientes e fornecedores, as organizações não podem se esquecer de oferecer um retorno satisfatório de capital, garantindo a permanência no negócio. Portanto, desenvolver um bom planejamento e estratégias que norteiem a empresa é fator de extrema importância para a manutenção no mercado e na conquista de novos mercados. Segundo Silva, Brasil e Alcade (2017), o planejamento é uma ferramenta essencial para alcançar os objetivos da empresa. Para Vilaça (2016), o planejamento integra uma função gerencial imprescindível, onde são definidos os objetivos, as estratégias são determinadas e os recursos são alocados visando sua implementação e operacionalização.

Neste contexto, pode-se destacar o planejamento logístico, que, conforme Buller (2012) é consequência de um processo decisório que impõe a competividade da empresa. De acordo com Ballou (2006, p. 52), o planejamento logístico busca sempre responder às perguntas sobre o quê, quando e como, e se desenvolve em três níveis de planejamento: estratégico, tático e operacional. Esses níveis de planejamento devem ser aplicados procurando resolver as quatro grandes áreas de problemas: níveis de serviços aos clientes, localização das instalações, decisões sobre estoques e decisões sobre transportes. Para desenvolver um bom planejamento, é necessário oferecer aos consumidores produtos e/ou serviços de boa qualidade ao menor custo possível, entregando-os com rapidez e em impecável estado de acordo com o pedido do consumidor.

Com a finalidade de realizar um bom planejamento logístico, possibilitando que as organizações reduzam custos e desperdícios, aumentem a eficiência de suas operações e conquistem a satisfação total de seus clientes, o presente trabalho visa identificar como a filosofia da manufatura enxuta podem auxiliar no alcance desses objetivos.

A manufatura enxuta busca identificar e minimizar ou eliminar as seguintes fontes de desperdícios: tempo de espera, transporte, produtos defeituosos, movimentação, superprodução, estoque, processamento e conhecimento. Sendo baseada em cinco princípios fundamentais: a definição de valor, com base na visão do cliente e de suas necessidades; determinação de fluxo de valor, que consiste em atividades necessárias para ofertar um produto/serviço ao cliente com menor nível de desperdício; utilização de fluxo contínuo, que busca produzir e movimentar um item por vez ao longo de uma série de etapas de processamento; usando a lógica de produção puxada, que refere-se a produzir apenas o que é necessário e quando for necessário; por fim, a partir dos princípios anteriores e da utilização de melhorias contínuas, alcança-se o quinto princípio que é a perfeição do sistema (BLACK, 1998; CALARGE et al., 2012; OHNO, 1997; TUBINO, 2015; WOMACK; JONES, 2003).

De acordo com Liker (2005), a manufatura enxuta objetiva a excelência operacional, caracterizando-se como uma estratégia produtiva que proporciona aos clientes o que e quando desejam, com qualidade máxima e custo competitivo. Pode ser descrita como uma filosofia e um conjunto de ferramentas e técnicas que visam identificar e eliminar todos os desperdícios nas operações de manufatura (POWELL et al., 2014).

Face ao exposto, esse estudo propõe-se em analisar a relação das ferramentas da manufatura enxuta com o planejamento logístico.

1.1 OBJETIVOS

Dentro do contexto apresentado, propõem-se um objetivo geral e quatro objetivos específicos, os quais são detalhados a seguir.

1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho busca analisar, com base na literatura, a relação das ferramentas da Manufatura Enxuta com o modelo de planejamento logístico de Ballou.

1.1.2 Objetivos Específicos

A fim de atender ao objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as principais ferramentas presentes na filosofia de manufatura enxuta;
- Examinar quais ferramentas da manufatura enxuta podem ser aplicadas nos níveis do planejamento logístico e no triângulo de tomadas de decisões logísticas;
- Apresentar e analisar a relação entre o planejamento logístico e a manufatura enxuta.

1.2 METODOLOGIA

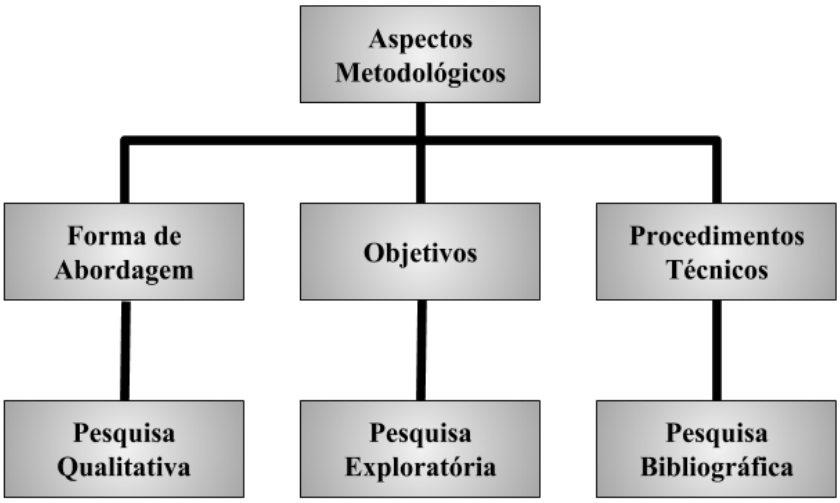
Conforme Gil (2002), pode-se classificar as pesquisas conforme os seguintes aspectos: quanto a forma de abordagem, quanto aos seus objetivos e quanto aos procedimentos técnicos. Neste contexto, o presente trabalho desenvolve uma pesquisa exploratória e uma abordagem qualitativa, uma vez que objetiva relacionar as ferramentas da manufatura enxuta com os níveis de planejamento logístico, utilizando pesquisa bibliográfica com base em publicações.

A pesquisa qualitativa, segundo Denzin e Lincoln (2006), envolve uma abordagem interpretativa do mundo, o que significa que seus pesquisadores estudam as coisas em seus cenários naturais, tentando entender os fenômenos em termos dos significados que as pessoas a eles conferem. Para Miguel et al. (2012), as pesquisas qualitativas são caracterizadas da seguinte forma:

- Esboçar o contexto do ambiente de pesquisa;
- Enfatizar a interpretação subjetiva dos indivíduos;
- Abordagem não muito estruturada;
- Variedade de fontes de evidências;
- Importância da concepção da realidade organizacional;
- Proximidade com o fenômeno estudado.

Gil (2002) defende que a pesquisa exploratória envolve levantamento bibliográfico visando proporcionar maior familiaridade com o problema e a pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de materiais já publicados, como livros e artigos científicos. Os aspectos metodológicos utilizados neste trabalho são apresentados por meio da Figura 1.

Figura 1 – Aspectos metodológicos utilizados



Fonte: Autoria própria (2018)

Para o embasamento teórico, foi realizado um levantamento bibliográfico concentrando-se na utilização das ferramentas da manufatura enxuta e modelo de planejamento logístico de Ballou (2006), que se dividido em planejamento estratégico, tático e operacional e o triângulo de tomada de decisões logísticas.

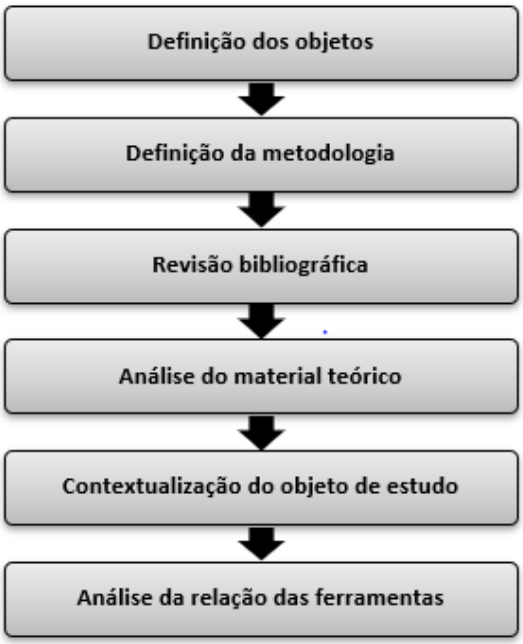
Na sequência, foi realizada a seleção e aprofundamento das ferramentas da manufatura enxuta por meio de um novo levantamento bibliográfico. As ferramentas selecionadas foram: metodologia 5S, Heijunka, Kaizen, Kanban, Poka-Yoke, Manutenção Produtiva Total, Mapeamento de Fluxo de Valor, ciclo PDCA, trabalho padronizado e Milk Run.

Para viabilizar este estudo, foram realizadas pesquisas em fontes secundárias utilizando as seguintes bases de pesquisa: Google Acadêmico. Scielo, ScienceDirect e CAPES. Os principais termos utilizados para essa pesquisa foram: manufatura enxuta; lean manufacturing; ferramentas da manufatura enxuta; ferramentas lean; lean manufacturing tools; sistema Toyota de produção; Toyota production system; planejamento logístico; planejamento estratégico; planejamento tático; planejamento operacional; strategic planning; tactical planning e operational planning.

A seleção dos artigos foi realizada através das bases, utilizando a combinação das palavras-chave “Manufatura Enxuta”, “Planejamento Logístico” e “Triângulo de Tomada de Decisões Logísticas” e também a combinação das palavras-chave “Lean Manufacturing” e “ Logistic Planning”. Nesta seleção, os materiais selecionados foram compostos por artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado.

Com a intenção de atingir o objetivo proposto, este trabalho foi desenvolvido em etapas, conforme o esquema apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Etapas do trabalho



Fonte: Autoria própria (2018)

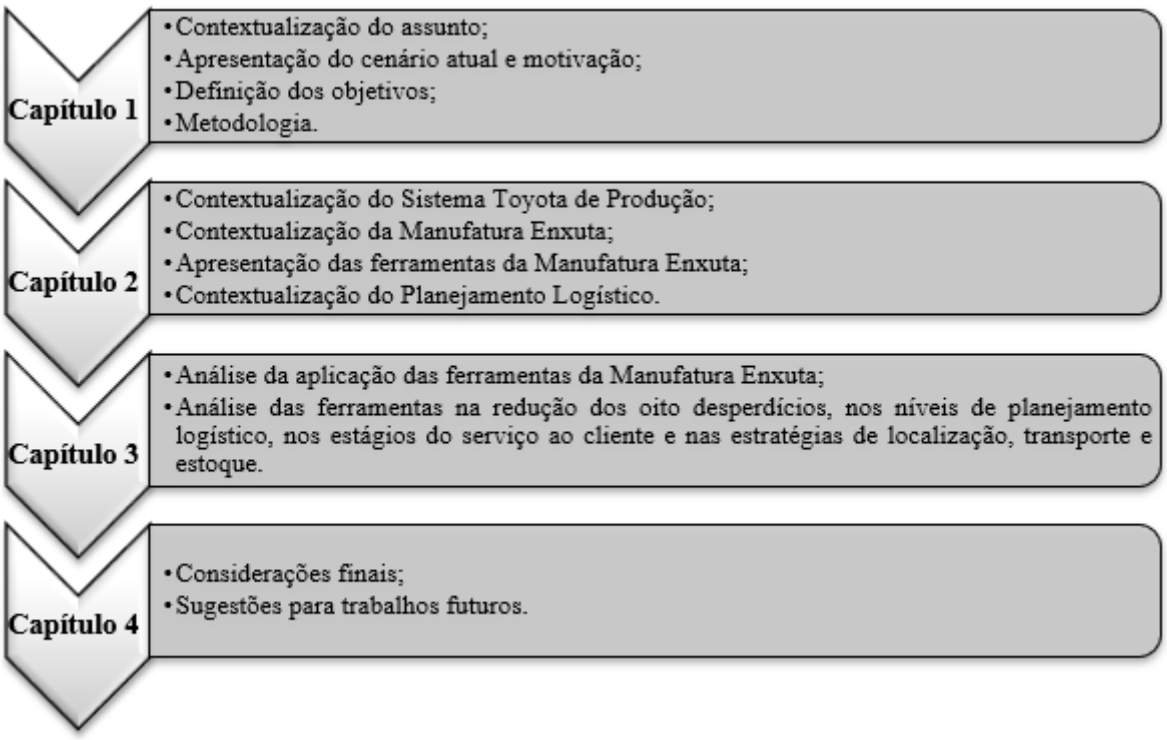
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este estudo é estruturado em quatro capítulos: introdução, fundamentação teórica, análise das ferramentas da manufatura enxuta e as considerações finais. Essa estrutura é exposta pela Figura 3.

Sendo este o primeiro capítulo, onde é apresentada a contextualização sobre o assunto, expondo o cenário atual e a motivação de se aprofundar neste tema, assim como é estabelecido o objetivo geral, objetivos específicos e a metodologia de estudo.

No segundo capítulo é realizada a fundamentação teórica, formada a partir da pesquisa bibliográfica, onde são descritos conceitos importantes para o embasamento do tema, por meio da concepção do Sistema Toyota de Produção, da filosofia, desperdícios, valores e ferramentas da manufatura enxuta e do modelo de planejamento logístico, divido em seus níveis e o triângulo de tomadas de decisões logísticas.

Figura 3 – Estrutura do trabalho



Fonte: Autoria própria (2018)

O capítulo terceiro aborda as análises da aplicabilidade das ferramentas da manufatura enxuta, assim como a análise individual de cada uma dessas ferramentas na redução dos desperdícios, nos níveis de planejamento logístico, nos estágios do serviço ao cliente e nas estratégias de localização, transporte e estoque.

No quarto e último capítulo são realizadas as considerações finais do trabalho, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos básicos obtidos por meio de pesquisa bibliográfica para entendimento do que será abordado na análise do trabalho.

Inicia-se com uma contextualização histórica e definição do Sistema Toyota de Produção. Sem seguida, é apresentada a contextualização, definição, desperdícios, princípios e ferramentas da Manufatura Enxuta, que consiste no foco principal da pesquisa.

Por fim, o capítulo também apresenta as definições e conceitos acerca do planejamento logístico, bem como seus níveis de planejamento e o triângulo de tomada de decisões logísticas.

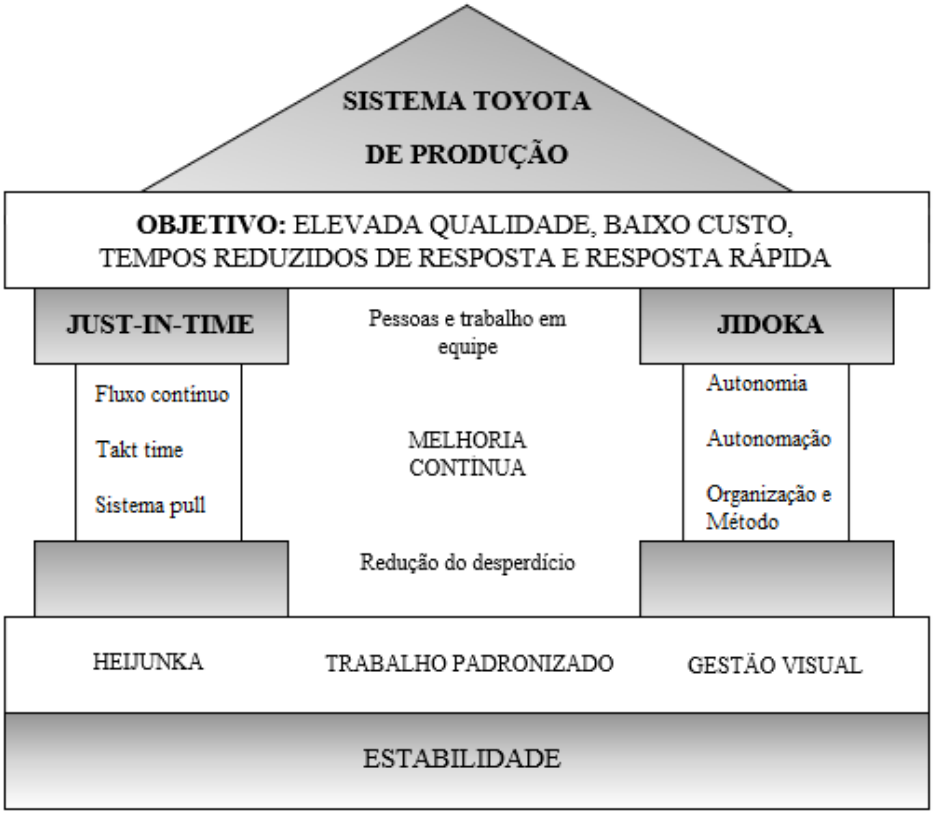
2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP), conhecido também como Produção Enxuta (PE), iniciou-se na Toyota Motor Company, logo após a Segunda Guerra Mundial. Esse sistema foi desenvolvido com o objetivo de produzir veículos com melhor qualidade, menor custo e o lead time mais curto pela eliminação sistemática de desperdícios e constante busca de melhorias (LIKER, 2005).

O conceito inicial do STP foi baseado na completa eliminação do desperdício. Todos os tipos de desperdícios ocorrem ao produzir o mesmo produto em quantidades grandes e homogêneas, método esse utilizado pelo Sistema Ford, sendo a metodologia adotada pelo STP muito mais econômica ao produzir um item de cada vez (OHNO, 1997).

De acordo com Liker (2005), o STP não é apenas um conjunto de métodos, mas um sistema com base numa estrutura, conhecida como “A casa do Sistema Toyota de Produção”, apresentada na Figura 4, que está amparada por dois pilares: Just-in-time (JIT) e Jidoka. A estrutura da casa só será forte se todas as suas partes forem fortes, fundamentada pelos dois pilares. O telhado corresponde aos objetivos a serem alcançados e o alicerce representa o Heijunka, trabalho padronizado, a gestão visual e melhoria contínua. Suportando toda a estrutura está a base, ou seja, a estabilidade da casa.

Figura 4 – A casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Adaptado de Liker (2005)

A Figura 4 identifica um conjunto de elementos fundamentais do STP, que conforme Pinto (2014), pode-se destacar os seguintes:

- Just-in-time: requer um fluxo contínuo de materiais e informações conduzido conforme um sistema pull e trabalhar com um tempo de ciclo próximo ao takt time;
- Jidoka: criar condições que levem à perfeição dos processos;
- Heijunka: desenvolver condições para a manutenção do fluxo contínuo, redução de estoque e maior estabilidade dos processos;
- Trabalho padronizado: a padronização torna os processos estáveis e previsíveis, sendo um dos principais requisitos para a estabilidade dos processos;
- Melhoria contínua: engajamento da melhoria do desempenho da empresa;
- Estabilidade: somente após o estabelecimento de um sistema estável é que se torna possível a redução de custos, por meio da eliminação do desperdício.

Um dos pilares do STP, o JIT viabiliza que a eficiência seja aperfeiçoada e a eliminação de desperdícios, irregularidades e irracionalidades, por meio da possibilidade de se adquirir produtos na hora e na quantidade necessárias (OHNO, 1997).

O JIT consiste em fazer o que é necessário, quando é necessário e nada mais. Tudo o que for produzido além do mínimo necessário é considerado desperdício, tendo em conta o tempo e material gastos em algo que não é necessário ou não poderá ser utilizado a curto prazo (JACOBS, 2011). Também possibilita uma "integração eficaz entre o ciclo de produção e o ciclo de consumo, fazendo com que a produção atenda plenamente o valor do cliente." (RODRIGUES, 2014, p. 67)

O outro pilar do STP, jidoka (autonomação) ou automação com um toque humano, significa a transferência de inteligência humana para uma máquina. Impede a produção de produtos defeituosos, elimina a superprodução e para automaticamente a linha de produção, em casos de anormalidades (OHNO, 1997). Consiste em um processo evolutivo que ocorre quando a inteligência humana é transferida para as máquinas por meio da tecnologia, acrescentando o conceito de que a correção de erros deve ser realizada à medida que eles ocorrem, ao contrário de esperar pela correção no final da linha de produção (EHRMEYER; LAESSIG, 2007).

O objetivo do jidoka é permitir à máquina um avanço ainda maior do que a sua tecnologia de automação, principalmente com o intuito de reconhecer e até mesmo corrigir eventuais anomalias presentes em processos e produtos (SHINGO, 2000).

A autonomação deve ser estabelecida pelos gerentes e supervisores da empresa, a partir da transferência de inteligência para a máquina e da adaptação dos movimentos dos operadores às mesmas, permitindo que fiquem livres para trabalharem simultaneamente com diversas máquinas (PASSOS, 2004, apud ARAUJO, 2012). Conforme este mesmo autor, do processo de automação resultam quatro objetivos que podem contribuir para as áreas de decisão estratégica da empresa: capacidade de adaptação da produção; redução de custo; melhoria da qualidade e crescimento do ser humano.

2.2 MANUFATURA ENXUTA

A mentalidade enxuta surgiu no ano de 1990 mediante o lançamento do livro "A máquina que mudou o mundo" dos autores Jones P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Ross, após o resultado do estudo promovido pelo IMVP (International Motor Vehicle Program), que

teve como objetivo de comparar a produtividade e a competividade da indústria automotiva (DOMBROWSKI; MIELKE. ENGEL, 2012).

Womack, Jones e Ross (2004), divulgaram o conceito do STP designando-o de manufatura enxuta (ME), pois constata-se que comparando com a produção em massa, utiliza-se metade do esforço humano, do espaço, do investimento em ferramenta, velocidade de desenvolvimento de novos produtos e despesa total.

No intuito de ser mais produtiva, muitas empresas estão se adaptando aos processos de ME, estabelecendo metas sólidas como: fabricação de produtos com qualidade, projetos de redução de custos e abordagens culturais (ALCARAZ; MACÍAS; ROBLES, 2014).

A mentalidade enxuta pode ser caracterizada pela redução de tudo em relação à produção em massa: menos esforço dos funcionários, menos espaço para fabricação, menos investimento em ferramentas, menos tempo em planejamento, estoques menores no local de fabricação, menos fornecedores, além da redução de defeitos, com uma maior variedade de produtos (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Nas últimas décadas, a ME foi estudada e analisada por diferentes estudiosos, onde suas definições são descritas por Ohno (1997), Shinohara (1988), Ghinato (2000) e Womack, Jones e Ross (2004), conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Definições de Manufatura Enxuta

Autor	Definição
Ohno (1997)	A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos. A ideia básica é produzir apenas o necessário no momento necessário e na quantidade necessária.
Shinohara (1988)	A busca de uma tecnologia de manufatura que utilize um processo produtivo menor é uma quantidade racionalizada de mão-de-obra para produzir bens sem defeitos com o lead time menor, com o mínimo de estoques intermediários, entendendo como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requerido pelo cliente.
Ghinato (2000)	Uma filosofia de gerenciamento a qual procura otimizar a organização de forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, na mais alta qualidade e ao mais baixo custo, ao mesmo tempo em que aumenta a segurança e o moral de seus colaboradores, envolvendo e integrando não só manufatura, mas todas as partes da organização.
Womack, Jones e Ross (2004)	Fazer e controlar a necessidade de mão-de-obra direta que agrega valor ao produto manufaturado e adotar um sistema de eliminação de defeitos imediatamente acionado a cada problema identificado, capaz de detectar a sua causa raiz.

Fonte: Autoria própria (2018)

De acordo com as conclusões de Tubino (2015, p.15):

> A manufatura enxuta pode ser definida como uma estratégia de produção focada na diferenciação, baseada em um conjunto de práticas, oriundas do Sistema Toyota de Produção, cujo objetivo é melhorar continuamente o sistema produtivo por meio da eliminação de atividades que não agregam valor ao cliente, chamadas de desperdícios.

A ME busca eliminar os desperdícios, excluindo aquilo que não apresenta valor ao cliente e transmitir velocidade à empresa (WERKEMA, 2006). Traz consigo um conjunto de ferramentas e técnicas comprovadas que, baseadas na eliminação de desperdícios e centradas na eficiência, tem como objetivo a produção de serviços e produtos ao menor custo e maior rapidez, necessitando do compromisso da alta administração, que deve transmitir rapidamente para os demais níveis inferiores da organização a nova cultura a ser adotada (ANTONY, 2011).

De acordo com Slack (2009, p. 452), as operações enxutas possuem o princípio de "[...] mover-se na direção de eliminar todos os desperdícios de modo a desenvolver uma operação que é mais rápida, mais confiável, produz produtos e serviços de mais alta qualidade e, acima de tudo, opera com custo baixo."

Womack e Jones (1998), concluem que a ME é uma forma de especificar valor, alinhando na melhor sequência as ações que criam valor, realizando, sem interrupção, as atividades toda vez que são solicitadas e realizando-as de forma cada vez mais eficaz.

2.3 OS OITOS DESPERDÍCIOS DA MANUFATURA ENXUTA

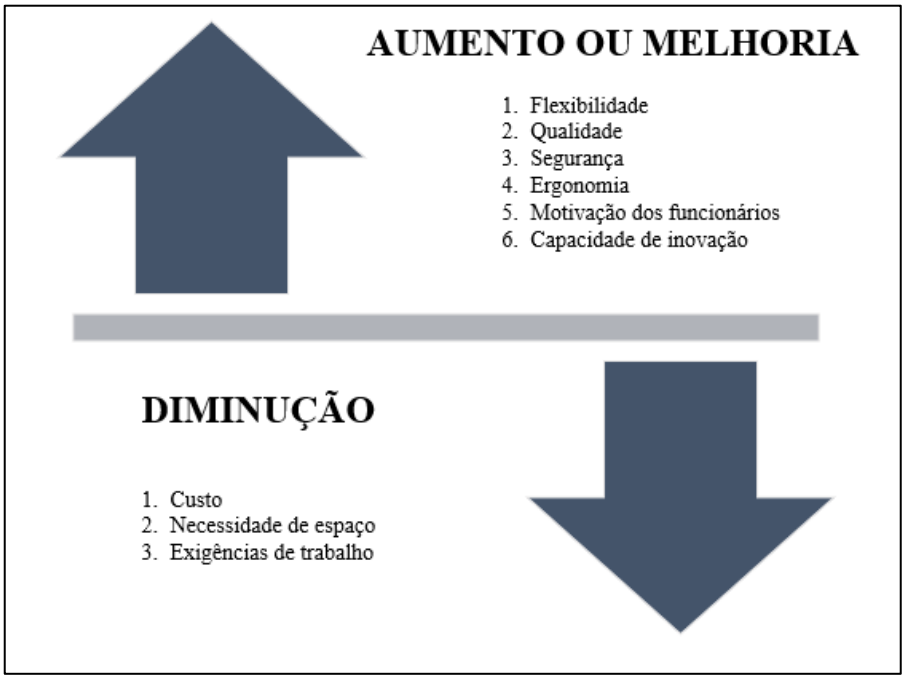
Conforme Ohno (1997), o passo preliminar para a aplicação da ME é a completa identificação de sete desperdícios: desperdício de superprodução; desperdício de tempo de espera; desperdício em transporte; desperdício de processamento; desperdício de estoque; desperdício de movimentação e desperdício de produtos defeituosos. Porém, ao decorrer dos anos, muitos autores começaram a considerar um oitavo tipo de desperdício conhecido como: desperdício do conhecimento ou intelectual.

Desperdícios são conceituados como:

> [...] tudo aquilo que não agrega valor ao cliente, ou seja, [...] só gostaríamos de pagar (ou custear se a produção é interna) aquelas atividades que no sistema produtivo dos fornecedores (externos ou internos) transformaram matérias-primas e componentes em produtos acabados (TUBINO, 2015, p. 28).

Para aumentar a eficiência de operação, é necessário a eliminação completa desses desperdícios, produzindo apenas a quantidade necessária, liberando a força de trabalho extra (OHNO, 1997). A Figura 5 expõe alguns benefícios da redução de desperdícios.

Figura 5 – Benefícios da redução de desperdícios



Fonte: Adaptado de Werkema (2006)

2.3.1 Desperdício de Tempo de Espera

O desperdício de tempo de espera pode ser descrito como os tempos gastos em programação das ordens, os tempos parados dessas ordens nas filas dos recursos, tal como o tempo do item parado dentro do próprio lote esperando o término da ordem (TUBINO, 2015). “Tempo de espera ocorre quando os operadores estão ocupados produzindo estoque em processo, que não é necessário naquele momento.” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002, p. 488).

Este desperdício pode ser caracterizado pelos atrasos de processamento, interrupção de equipamentos e gargalos de capacidade ou quando trabalhadores permanecem esperando pela próxima etapa do processamento e quando não possui trabalho por uma falta de estoque (LIKER; MEIER, 2007).

2.3.2 Desperdício em Transporte

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), o desperdício em transporte é toda a movimentação de materiais dentro da fábrica que não agrega valor. O fluxo de lotes de produtos entre máquinas e departamentos, ou entre locais de armazenagem, não acrescenta nenhum valor ao cliente, sendo um tipo de desperdício peculiar aos processos produtivos recorrentes em lotes, onde o compartilhamento de máquinas em departamentos é o layout mais usual (TUBINO, 2015).

O desperdício em transporte é todo movimento de estoque em processo por longas distâncias, movimentação ineficiente de materiais ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos (LIKER, 2005).

2.3.3 Desperdício de Produtos Defeituosos

De acordo com Tubino (2015), esse desperdício pode ser considerado o mais elementar em uma fábrica, visto que utilizar matérias-primas, máquinas e pessoas para desenvolver um produto defeituoso não é nada engenhoso. Ainda conforme este mesmo autor, a origem dos produtos defeituosos pode estar relacionada aos procedimentos incorretos, de lotes econômicos muito grandes que ocultam os problemas e de equipamentos desregulados sem manutenção.

"O desperdício de qualidade é normalmente bastante significativo nas empresas, mesmo que as medidas reais de qualidade sejam limitadas" (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002, p. 488).

2.3.4 Desperdício de Movimentação

O desperdício de movimentação refere-se às ações extras tomadas pelos funcionários e equipamentos para acomodar defeitos, reprocessamento, superprodução ou excesso de estoque (HICKS, 2007). Em geral, este desperdício está relacionado aos procedimentos equivocados de carga e descarga associados a lotes econômicos grandes e excedente de estoques (TUBINO, 2015).

Este desperdício também pode atribuir a todo "[..] movimento inútil que os funcionários têm que fazer durante o trabalho, tais como procurar, pegar ou empilhar peças, ferramentas, etc" (LIKER, 2005, p. 48).

2.3.5 Desperdício de Superprodução

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), a superprodução é a maior das causas de desperdício. Este desperdício está associado a produzir itens prematuramente ou excessivamente do que a necessidade do cliente, gerando custos com excesso de pessoal, armazenagem e transporte devido ao estoque excessivo (LIKER; MEIER, 2007).

Tubino (2015), entende que a origem da superprodução está atrelada a três causas principais:

1) Lotes econômicos grandes: máquinas superdimensionadas para a demanda, tempos de setup altos e redução dos custos fixos locais com os grandes lotes;
2) Demandas instáveis passadas diretamente para a fábrica e programação empurrada: em determinado tempo se produz muito e em outro se produz nada;
3) Falta de capacidade produtiva: ao não identificar a capacidade produtiva em determinados momentos, como um pico de sazonalidade, leva a ação preventiva de produzir muito acima da necessidade imediata.

2.3.6 Desperdício de Estoque

Um efeito imediato da superprodução é a necessidade de ter que armazenar o excedente do que se produziu e não foi consumido no momento da produção. A armazenagem extra tem por consequência a utilização de espaços físicos de fábrica, para acondicionar os materiais, bem como sistemas de controle e pessoas envolvidas nesse processo (TUBINO, 2015).

Além do mais, o excesso de estoque esconde problemas, como “desequilíbrios na produção, entregas com atraso por parte dos fornecedores, defeitos, paralização de equipamentos e longos períodos de preparação de equipamento (setup)” (LIKER; MEIER, 2007, p. 53).

2.3.7 Desperdício de Processamento

Conforme Rodrigues (2014), o desperdício de processamento refere-se às atividades e métodos desnecessários ou superdimensionados, utilização de equipamentos dimensionados erroneamente e alocação de mão de obra incompatível.

"Esse tipo de desperdício pode ser determinado como decorrente de acrescentar ao processo mais trabalho ou esforço do que o requerido pelas especificações do cliente." (TUBINO, 2015, p. 35).

2.3.8 Desperdício do Conhecimento

Chega-se então, ao oitavo desperdício, desenvolvido ao decorrer das últimas décadas, onde Tubino (2015) define como: não aproveitar as ideias e sugestões dos colaboradores. "Perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir seus funcionários." (LIKER, 2005, p. 48).

Desperdício e perda derivados de funcionários que não se sentem envolvidos, que não se sentem ouvidos ou que não percebem apoio as suas carreiras (GRABAN, 2013).

2.4 OS CINCO PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA

Womack e Jones (2003) estabeleceram cincos princípios da ME, que podem ser considerados um modelo para melhorar a eficiência no local de trabalho. Esses princípios são: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição.

2.4.1 Valor

O ponto de partida crítico para o pensamento enxuto consiste em definir o que é valor. O valor só pode ser definido pelo cliente final e é apenas significativo quando expresso em termos de um produto (ou serviço) específico que atende às necessidades dos clientes, a um preço específico e em um momento específico (WOMACK; JONES, 2003).

A necessidade gera o valor e compete às empresas identificarem-na, empenhar-se em satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico, visando o aumento dos lucros por meio da

melhoria contínua dos processos, redução de custos e melhoria da qualidade (WERKEMA, 2006).

2.4.2 Fluxo de Valor

Após determinar o valor do produto, a próxima etapa é identificar a cadeia de valor inteira para cada produto. Fluxo de valor refere-se a todas as atividades que uma empresa deve fazer para projetar, comprar, produzir e entregar seus produtos ou serviços para seus clientes. Basicamente, fluxo de valor representa tudo aquilo que a empresa faz para criar valor para o cliente. O fluxo de valor possui uma visão mais relevante e abrangente de como material, informação e custos fluem por meio de uma organização enxuta que outros modelos representativos (KENNEDY; HUNTZINGER, 2005).

Werkema (2006) define o fluxo de valor como:

> [...] dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que efetivamente geram valor, aqueles que não geram valor; mas são importantes para manutenção dos processos e da qualidade e, por fim, aqueles que não agregam valor; devendo ser eliminados imediatamente (p. 16).

Fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para fazer um produto específico, em função das três tarefas críticas de gerenciamento de qualquer negócio: resolução de problemas, gerenciamento de informações e transformação física (WOMACK; JONES, 2003).

2.4.3 Fluxo Contínuo

Uma vez que o fluxo de valor tenha sido identificado, os esforços se tornam seguros de que o trabalho e o valor fluem rapidamente e sem problemas durante o processo. Esse fluxo deve ocorrer independentemente de limites funcionais ou de trabalho que o processo cruza. O objetivo é ter uma adição de valor contínuo, uma vez que um pedido de serviço tenha sido iniciado pelo cliente (WOMACK; JONES, 2003).

Entende-se por fluxo contínuo produzir e movimentar um item por vez (ou um lote pequeno de itens) ao longo de uma série de etapas de processamento, continuamente, sendo que em cada etapa se realiza apenas o que é exigido pela etapa seguinte. Ele também é conhecido como fluxo unitário (one-piece flow) (BLACK, 1998).

A consequência instantânea do fluxo contínuo está atribuída na redução dos tempos de concepção de produtos e de processamento de pedidos, bem como na redução de estoques. A capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente possibilita que às necessidades dos clientes sejam atendidas quase instantaneamente (WERKEMA, 2006).

2.4.4 Produção Puxada

Em um ambiente enxuto, é desejável apenas produzir o que é necessário e quando for necessário. Os processos enxutos são configurados para que as etapas posteriores estabeleçam o ritmo e o trabalho só é realizado quando uma etapa anterior indica que está pronto para assumir o trabalho. O conceito de produção puxada inclui atividades como a padronização do trabalho e o bom agendamento e gerenciamento do trabalho. Controlar a quantidade do trabalho que entra no processo permite aos gerentes manter um sistema de puxar e evitar a acumulação de trabalho (WOMACK; JONES, 2003).

Entende-se por sistema de produção puxada os processos os quais produzem a partir de uma sinalização da necessidade enviada diretamente pelo cliente. Em um sistema de produção empurrada, a ordem de produção é enviada para o processo sem uma sinalização do cliente interno ou externo, quando a ordem parte de uma previsão de vendas ou de um planejamento de produção do planejamento dos recursos da manufatura (SLACK, 2009).

2.4.5 Perfeição

Perfeição deve ser o propósito constante de todos os envolvidos nos fluxos de valor. Ao buscar o aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal, norteia todos os esforços da empresa, em que os membros da cadeia tenham conhecimento profundo do processo como um todo, buscando continuamente melhores formas de criar valor (WERKEMA, 2006).

A ideia de gerenciamento da qualidade total é remover sistemática e continuamente as causas profundas de má qualidade dos processos de produção, para que a planta e seus produtos se movam para a perfeição (WOMACK; JONES, 2003).

2.5 FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA

Para implementar os princípios do pensamento de gestão enxuta, uma variedade de técnicas e ferramentas são utilizadas para auxiliar sua aplicação. Essas ferramentas combinadas podem ser de grande importância numa implementação de sucesso (ARTO, 2010).

De acordo com Alcaraz, Macías e Robles (2014), a ME possui ferramentas que são utilizadas para eliminar ou minimizar os desperdícios e as atividades que não agregam valor nas empresas. Algumas dessas ferramentas serão abordadas a seguir.

2.5.1 Metodologia 5S

A metodologia 5S foi elaborada por Hiroyoki Hirano, como sendo uma ferramenta que permite desenvolver um planejamento sistemático de classificação, ordem e limpeza, permitindo maior produtividade, segurança, clima organizacional, motivação dos funcionários e melhoria da competividade da organização (POSADA, 2004).

Essa metodologia pode ser definida por:

> [...] uma ferramenta base para implementação de uma gestão de qualidade em qualquer empresa, se torna uma estratégia organizacional que busca como consequência a mudança ao longo do tempo, visando a conscientização da importância que a qualidade exerce dentro da empresa. (TURBANO et al, 2016, p. 4).

Corresponde a cinco expressões japonesas: Seiri (Senso de utilização); Seiton (Senso de ordenação); Seiso (Senso de Limpeza); Seiketsu (Senso de padronização) e Shitsuke (Senso de autodisciplina. De acordo com Womack e Jones (1998), são utilizadas para criar um local de trabalho adequado ao controle visual e à produção enxuta. O significado específico de cada senso é apresentado no Quadro 2, conforme definido por Loss (2016).

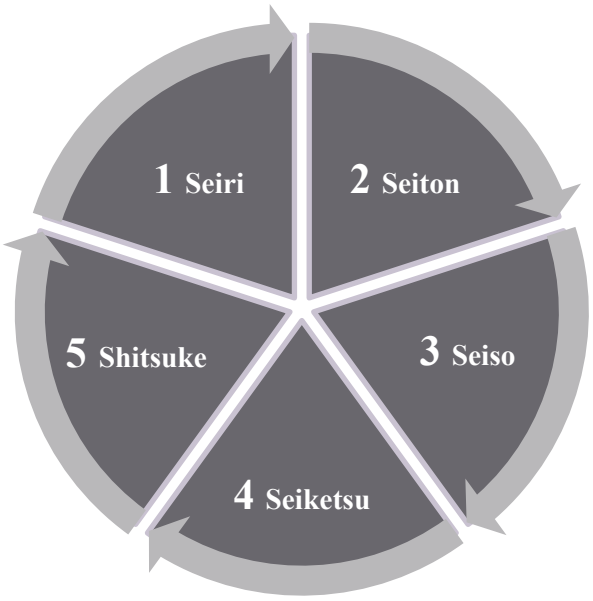
Quadro 2 – Significado de cada um dos 5S

5S	Significado
Seiri	Classificar e separar os materiais, identificando os que são essenciais e descartando os desnecessários.
Seiton	Organizar e estipular um local adequado para cada material.
Seiso	Utilizar os dois sensos anteriores, mantendo os ambientes limpos, eliminando condições de trabalho que possam causar perdas na qualidade do fluxo e do processo.
Seiketsu	Padronizar, de acordo com regras e normas que monitorem a constante aplicação dos três primeiros sensos.
Shitsuke	Praticar, por meio da participação de todos os sensos, como sendo parte importante do processo de melhoria contínua.

Fonte: Autoria própria (2018)

Os cinco sensos são essenciais e devem ser tratados separadamente e em ordem. Os três primeiros sensos são operacionais, o quarto mantém o estado alcançado com os sensos anteriores e o quinto nos ajuda a trabalhar pela melhoria contínua. Por isso, é essencial que todos os níveis da organização tenham sido integrados no processo (JIMÉNEZ et al., 2015). A Figura 6 representa a ordem de tratamento dos sensos.

Figura 6 – Ordem de tratamento dos cinco sensos



Fonte: Autoria própria (2018)

Seleme e Stadler (2012) definem algumas ações necessárias para a aplicação de cada um dos cinco sensos, conforme apresentadas pelo Quadro 3.

Quadro 3 – Ações necessárias para aplicação dos cinco censos

Sensos	Ações
Seiri	É necessário remover do local objetos que não são utilizados rotineiramente no desempenho de uma função, devendo-se identificar todas as peças, ferramentas e instrumentos para efetuar o trabalho e manter somente esses elementos.
Seiton	Quanto aos objetos restantes, a empresa deve buscar o menor esforço de execução.
Seiso	A manutenção de bancadas, equipamentos e pisos permite a identificação das situações chamadas "não conformes". Deve-se manter limpo e monitorar entulhos, manchas e outras inadequações.
Seiketsu	A verificação das três primeiras ações serve de alerta para o funcionário, que deve manter o estado ideal e o padrão estabelecido.
Shitsuke	Os funcionários precisam aceitar verdadeiras melhorias no trabalho.

Fonte: Adaptado própria (2018)

A aplicação dos 5Ss "[...] ajuda a eliminar todos os tipos de desperdício relacionados à incerteza, à espera, à busca por informações relevantes e assim por diante." (SLACK, 2009, p. 457).

2.5.2 Heijunka

O Heijunka, ou nivelamento da produção, expressa a produção uniforme atendendo a demanda dos clientes, criando uma programação nivelada de pedidos e das variações diárias dos mesmos, também permite o nivelamento das quantidades e tipos de produto ao longo prazo (GHINATO, 2000). Para Araujo (2012), o nivelamento entre a produção e demanda depende da detecção da menor medida de lote possível, essencial para estabilizar o sistema de produção, mediante a maior eficiência e flexibilidade do sistema.

Para o sucesso da implementação do Heijunka, é fundamental empregar as seguintes atividades: monitorar continuamente a demanda dos clientes; analisar e acompanhar os indicadores de desempenho e estabilidade do processo; e controlar diariamente o sistema produtivo e os processos padronizados estabelecidos (SMALLEY, 2004).

2.5.3 Kaizen

Kaizen são rápidos esforços de melhoria intensivos que usam equipes de trabalho e tem foco em problemas específicos. Tem por objetivo gerar impulso e energia para formar envolvimento dos funcionários para desenvolvimento de sugestões que combatem desperdícios, além de mostrar a forma de desenvolvimento da estratégia na organização (GUELBERT, 2008).

Conforme Alcaraz, Macías e Robles (2014), o Kaizen possui dez princípios:

- Implementação de novos métodos, assumindo que eles funcionarão;
- Corrigir tudo que estiver errado;
- Fazer com que as coisas aconteçam, negando desculpas;
- Melhoria contínua;
- Desfazer conceitos antigos e tradicionais;
- Economizar dinheiro com pequenas melhorias;
- Capacitar todos os colaboradores, participando na resolução de problemas;
- Perguntar "por que" cinco vezes, antes de tomar decisões, para chegar à causa raiz;
- Receber informações e opiniões dos funcionários;
- Lembrar-se que a melhoria não tem limite.

Ao implementar o Kaizen, concentrando na filosofia específica de melhoria contínua, viabiliza a flexibilidade de mudança, possuindo grande capacidade e velocidade de ajuste. (ALACARAZ; MACÍAS; ROBLES, 2014).

2.5.4 Kanban

O Kanban é um instrumento utilizado para operar o sistema, garantindo a produção JIT. Por meio de um pedaço de papel, o Kanban carrega a informação vertical e lateralmente dentro da própria empresa e entre a empresa e seus colaboradores, podendo ser dividido em três categorias: informação de coleta, informação de transferências e informação de produção (OHNO, 1997).

Ainda conforme este autor, as funções do Kanban são:

1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar;
2. Fornecer informação sobre a produção;
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo;
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias;
5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que o produz;
6. Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques.

O Kanban tem a função de substituir as ordens nos processos de produção, de montagem, de compra ou de movimentação, sendo necessário identificar as informações indispensáveis para cada um desses processos (TUBINO, 2009).

Conforme os autores Tubino (2009) e Slack (2009), existem três tipos de Kanban: Kanban de produção ou de montagem, Kanban de movimentação ou transporte e Kanban de fornecedor.

O Kanban de produção ou de montagem, é aplicado para autorizar a fabricação ou montagem de um lote de produtos (TUBINO, 2009). As informações contidas nesse Kanban geralmente incluem o número e descrição do item, descrição do processo, materiais e equipamentos necessários para a produção do item e a destinação para qual o item deve ser encaminhado após produzido (SLACK, 2009).

Tubino (2009) afirma que o Kanban de movimentação possibilita que as movimentações dos produtos no processo de fabricação sejam incluídas na lógica do sistema puxado. Geralmente, esse Kanban possui detalhadamente o número e descrição do item, o local para qual ele deve ser retirado e destinado (SLACK, 2009).

Por fim, o Kanban de fornecedor "[...] possui informações detalhadas quanto à forma e ao momento em que o fornecedor terá acesso as instalações do cliente para promover a entrega do lote" (TUBINO, 2009, p. 145). Esse tipo de Kanban tem características semelhantes ao Kanban de movimentação, porém é geralmente utilizado com fornecedores externos (SLACK, 2009).

2.5.5 Poka-yoke

Poka-yoke, ou simplesmente à Prova de Defeitos, são dispositivos aplicados nos instrumentos e equipamentos a fim de prevenir defeitos (OHNO, 1997). Esses dispositivos são destinados a impedir a ocorrência de defeitos durante a fabricação de produtos e no recebimento de pedidos (WOMACK; JONES, 1998).

De acordo com Acaraz, Macías e Robles (2014), pode-se diferenciar os Poka-yoke, para detectar e prevenir erros em um sistema de produção, em três métodos:

1. Método de contato: utilizado para identificar os defeitos dos produtos, testando a forma, tamanho ou outros atributos físicos;

2. Método de valor fixo: alerta o operador em um certo número de movimento que não serão realizados;
3. Método da etapa de movimento: indica se a etapa prescrita do processo foi seguida corretamente.

Os dispositivos Poka-yoke podem ser divididos em duas categorias: prevenção e detecção. Os dispositivos de prevenção projetam o processo de fabricação de modo que seja improvável ocorrer algum erro, eliminando a necessidade de corrigir um erro já que o dispositivo preciso que o erro seja realizado. Enquanto os dispositivos de detecção são utilizados para sinalizar ao operador quando um erro for cometido, possibilitando a correção imediata do problema (ALCARAZ; MACÍAS; ROBLES, 2014).

2.5.6 Manutenção Produtiva Total

Manutenção Produtiva Total (TPM) é uma ferramenta que possibilita a melhoraria da qualidade de produtos e serviços, fundamentada na reformulação e melhoria da estrutura empresarial a partir da reestruturação e progresso no desempenho das pessoas e equipamentos, envolvendo todos os níveis hierárquicos e a mudança de postura organizacional (TAVARES, 1999).

Wilson (2010), afirma que a TPM consiste em atividades projetadas para evitar interrupções, minimizar os ajustes de equipamentos que possam gerar perda de produção e torna-los mais seguro, fácil de operar e de execução econômica. De acordo com Takahashi e Osada (2002), a atividade de manutenção produtiva com participação de todos os funcionários da empresa, está entre as estratégias mais eficazes para transformar uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado para o equipamento.

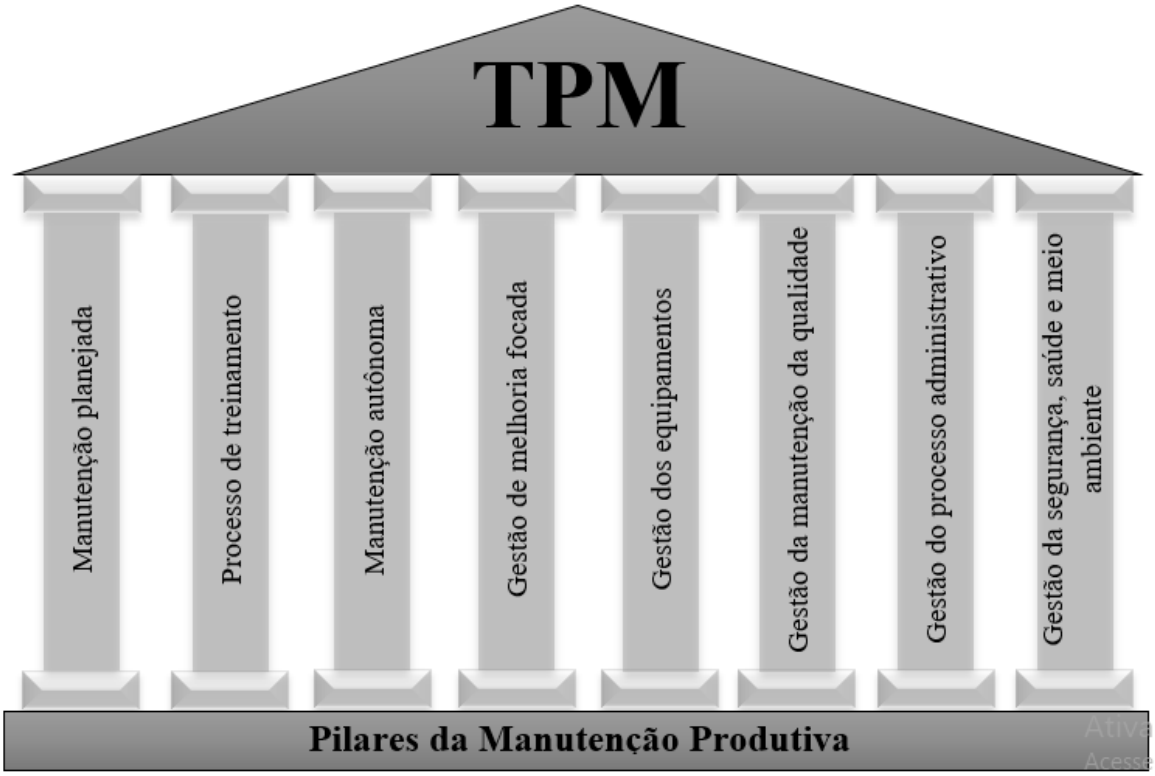
O objetivo principal da TPM é aumentar a satisfação no trabalho por meio dos seguintes meios: (AGUSTIADY; CUDNEY, 2016; ALCARAZ; MACÍAS; ROBLES, 2014; RODRIGUES, 2014).

- Redução de custos de manutenção e operação;
- Integrar o setor produtivo e administrativo no processo de manutenção;
- Redução de incidentes de segurança e/ou ambientais;
- Produzir uma quantidade baixa de lotes o mais cedo possível;

- Manutenção de emergência e não planejada a um mínimo;
- Aumentar a vantagem competitiva;
- Enviar aos clientes produtos sem defeitos.
- Capacitar os operadores perante aos detalhes técnicos ou operacionais do equipamento utilizado;
- Produzir bens sem reduzir a qualidade do produto.

Os processos fundamentais subjacentes ao TPM são chamados de pilares, que apoiam a construção de um sistema de produção ordenado e implantado seguindo uma metodologia disciplinada e eficaz. (ALCARAZ; MACÍAS; ROBLES, 2014). Ao todo, são considerados oito pilares, conforme apresentado na Figura 7 e detalhados, individualmente, no Quadro 4.

Figura 7 – TPM e seus pilares



Fonte: Adaptado de Rodrigues (2014)

Quadro 4 – Os oito pilares da TPM

Pilares	Descrição
Manutenção planejada	Elaboração de um plano de manutenção preventiva e preditiva, maximizando a utilização do equipamento.
Processo de treinamento	Capacitação de todos os autores envolvidos em técnicas, liderança de equipes e modelo de gestão, melhorando a compreensão e desempenho da TPM.
Manutenção autônoma	Capacitação dos operadores para a revisão dos equipamentos e na integração e comprometimento de toda a equipe.
Gestão da melhoria focada	Ações para a eliminação de desperdícios com finalidade de aumentar a eficiência, disponibilidade e tempo de vida do equipamento.
Gestão dos equipamentos	Assegurar, mediante à eficiência dos equipamentos, que os produtos sejam produzidos com as características e especificações planejadas.
Gestão da manutenção da qualidade	Interação quanto à confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos e a capacidade de produção.
Gestão do processo administrativo	Garantir integralmente o funcionamento, sem desperdício, das áreas de apoio administrativo, reduzindo ou eliminando sua interferência na aplicabilidade dos equipamentos.
Gestão da segurança, saúde e meio ambiente	Aplicação e incorporação dos sete pilares anteriores para as melhorias das condições de trabalho, reduzindo os riscos e otimizando a efetividade.

Fonte: Adaptado de Rodrigues (2014)

De acordo com Rodrigues (2014), para a implementação da TPM pode-se dividir em quatro momentos: preparação, introdução, implantação e consolidação. Na preparação, é realizada a concepção de um plano diretor com políticas, metas e um programa de capacitação, divulgando os princípios da TPM. A introdução é o momento que se deve dar um grau de importância e de visibilidade adequada, pois é o lançamento do programa. No momento da implantação, inicia-se as ações para tornar possíveis os cinco últimos pilares da TPM. Finalmente, a consolidação da TPM resuma-se na continuidade desta ferramenta por meio da incorporação de programas que sustentem o processo, estabelecendo ações, indicadores de desempenho e metas.

2.5.7 Mapeamento de Fluxo de Valor

Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) é um método empregado na construção e representação de cenários de linhas de produção. Na representação destes cenários, são levados em consideração o fluxo de materiais e de informações que se aplicam em uma cadeia produtiva, possibilitando uma visualização simples e ampla do estado atual, além de propor a construção do mapeamento de um estado futuro (ROTHER; SHOOK, 2003).

Womack e Jones (2003), definem o VSM como um dos passos mais importantes que auxilia, entre outras coisas, no estabelecimento do mapa futuro, por intermédio do uso de técnicas do pensamento enxuto para conseguir atender a carteira de pedido e aumentar a produtividade. Segundo Alcaraz, Macías e Robles (2014), o VSM também é focado nos valores do cliente, incluindo materiais, informações e processos, sendo um método usado para desenhar um mapa ou fluxograma mostrando os materiais e informações.

2.5.8 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões, que busca garantir a consecução de metas necessárias à manutenção de uma empresa (WEKEMA, 1995). Também busca examinar e apontar oportunidades de melhorias em um processo, identificando os erros dos resultados esperados. Esse ciclo, como mostrado na Figura 8, está dividido em quatro etapas, iniciando pelo planejamento (P - Plan), seguido pela execução (D - Do) desse planejamento, prosseguindo para a verificação (C - Check) do resultado e, se este não estiver de acordo com o planejado, executa-se uma ação corretiva (A - Action) (RODRIGUES, 2014).

Figura 8 – Ciclo PDCA

Fonte: Autoria própria (2018)

Na etapa de planejamento, de acordo com Werkema (2006), consiste em estabelecer metas e o método para alcançar os objetivos esperados. Ainda conforme Werkema (2006), na execução realiza-se as tarefas exatamente como foi previsto na etapa anterior, coletando dados que serão utilizados na próxima etapa. Na terceira etapa, de verificação, Seleme e Stardler (2012) identificam como averiguação dos resultados das tarefas executadas na etapa anterior, comparando-se as avaliações com os objetivos estabelecidos. Por fim, Werkema (1995) afirma que a ação corretiva se baseia em atuar no processo em função dos resultados obtidos por meio de duas formas de atuação: assumir como padrão o plano proposto, se a meta tenha sido atingida ou conduzir sobre as causas do não alcance da meta, se o plano não tenha sido eficaz.

2.5.9 Trabalho Padronizado

Trabalho padronizado (TP) é uma ferramenta básica da ME, que está centrada na identificação e alocação de atividades entre operadores da melhor maneira possível. Pode ser aplicado no contexto em que ocorre processos repetitivos, visando a eliminação de desperdícios de tempo de movimentação dos operadores entre operações. Busca estabelecer procedimentos essenciais para o trabalho de cada um dos operadores em um processo produtivo. (MARODIN; SAURIN, 2013; RENÓ, 2014).

Conforme Figueiredo (2015), no TP deve incluir o tempo takt que expõe o ritmo da produção para atender a demanda ao calcular a razão entre o tempo operacional líquido com a necessidade do cliente, a sequência exata de trabalho em que os operadores executam dentro do tempo takt e o estoque padrão no processo necessário para manter o fluxo produtivo suave e contínuo.

Para Werkema (2006), existem seis passos importantes para a padronização:

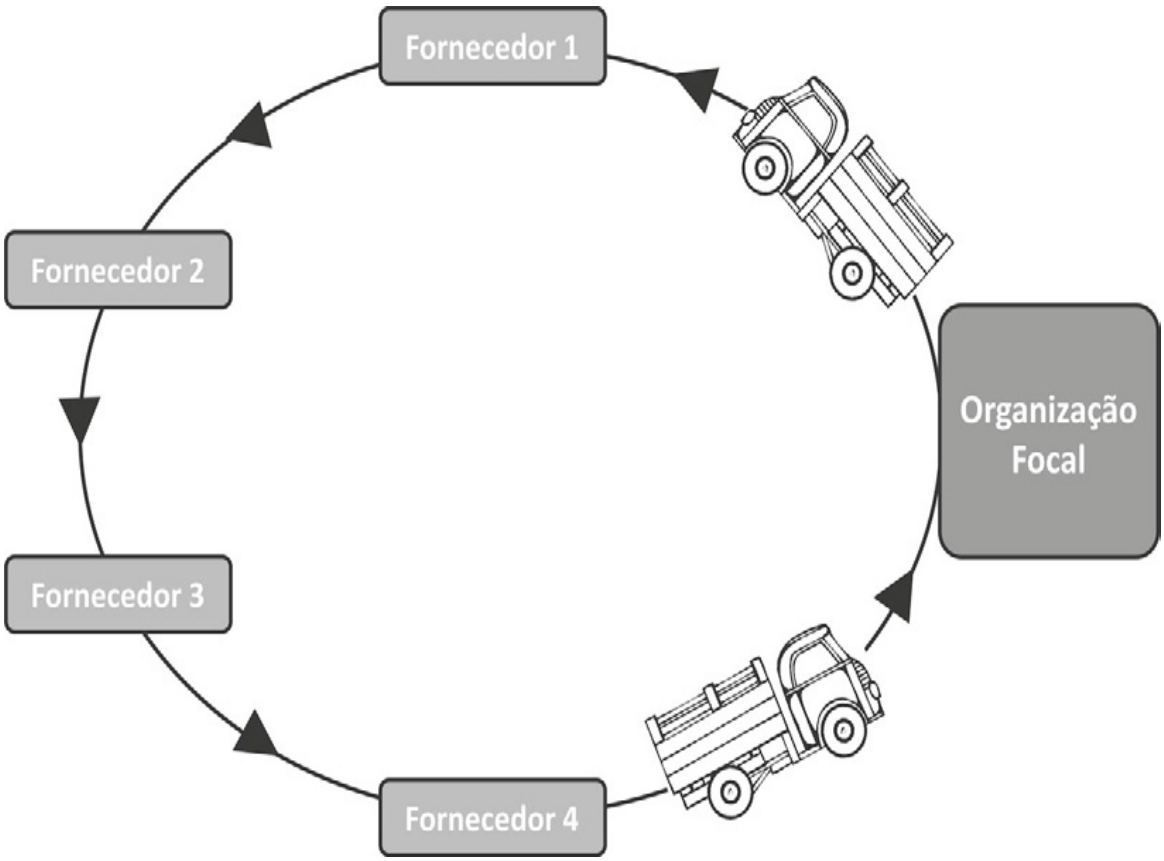
1. Definição do processo a ser padronizado e determinação das tarefas repetitivas e os procedimentos básicos;
2. Congregação dos funcionários envolvidos no processo produtivo, abordando os métodos utilizados e constatando o melhor e mais simples procedimento operacional;
3. Analisar e registrar o procedimento definido no passo anterior, documentando as atividades em uma linguagem que todos os envolvidos possam compreender;

4. Transmitir a existência do novo padrão a todos envolvidos;
5. Desenvolver treinamento a todos os operadores e supervisores, de forma que executem exatamente aquilo que foi padronizado;
6. Acompanhar periodicamente os processos para averiguar a aplicação dos procedimentos operacionais padronizados e aperfeiçoa-los sempre que possível.

2.5.10 Milk Run

Segundo Pereira (2017), o Milk Run (MR) consiste em uma condição para transportes, por meio de um sistema de coletas programadas de materiais, onde realiza-se coletas em um ou mais fornecedores, promovendo a entrega de materiais no destino final em horários pré-estabelecidos, conforme representado pela Figura 9. É um sistema que "busca operacionalizar de maneira eficaz o suprimento de materiais em uma linha de produção" (RODRIGUES, 2014, p. 143).

Figura 9 – O sistema Milk Run



Fonte: Rodrigues (2014, p. 145)

De acordo com Costa (2007), a estrutura base do MR é a definição das rotas de coleta, onde para dimensionar e definir essas rotas é necessário analisar o número de fornecedores que farão parte do sistema, a qualificação e preparação dos mesmos em aspectos logísticos.

A utilização do sistema MR minimiza a distância total percorrida e maximiza o uso de veículos para atender os requisitos de demanda. Assim, o custo é reduzido e o transporte é mais efetivo (KLUSKA; PAWLEWSKI; 2018). Para Rodrigues (2014), o sistema MR possui as seguintes vantagens:

- Redução do custo de transporte ao definir uma roteirização adequada para buscar as peças nos fornecedores, além de otimizar a capacidade, controlar o tempo de carregamento e descarregamento dos veículos;
- Formação de condições para aprimorar a gestão de estoque, mediante ao aumento na frequência do abastecimento, fluxo de abastecimento programado, lotes menores e na quantidade necessária, com embalagens padronizadas;
- Permite o controle do fluxo de recebimento de peças e componentes;
- Reduz a movimentação de veículos externos dentro das instalações da empresa.

O sistema MR é planejado de modo a otimizar o recurso transporte e reduzir os custos logísticos (BRAGA, 2016). Um grande desafio no MR é coordenar e atender aos requisitos de um sistema de planejamento de necessidades de material (MRP) e dos processos de produção. Esses sistemas devem ser projetados para garantir entregas pontuais de materiais a todas as estações de trabalho em uma área de produção (KLUSKA; PAWLEWSKI; 2018).

2.6 PLANEJAMENTO LOGÍSTICO

O planejamento logístico (PL) é uma ferramenta de gestão que “busca equacionar as decisões sobre estoques e transporte, estabelecendo um apropriado nível de serviço aos clientes, o que envolve várias atividades” (BULLER, 2012, p. 34). Para Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2010), essas atividades referem-se ao projeto da rede logística, a posição de estoques e a locação de recursos, permitindo que a empresa otimize globalmente o desempenho da cadeia de suprimentos.

De acordo com Rosa (2010), para realizar o PL, deve-se propor alguns parâmetros básicos e essenciais: nível de serviço ao cliente, demanda, opções de modais de transporte e estabilidade político-econômica. Conforme a definição desse mesmo autor, esses parâmetros são apresentados e descritos no Quadro 5.

Quadro 5 – Parâmetros básicos e essenciais para realizar o PL

Parâmetros	**Descrição**
Nível de serviço	Determina o segmento de mercado em que a empresa atua e pode influenciar a demanda. Nos níveis mais altos, há a tendência de aumento dos custos de serviços logísticos.
Demanda	Principal parâmetro para qualquer projeto logístico. Sem o cálculo da demanda, qual quantidade e em que local decorrerá, será inviável elaborar um PL.
Opções de modais	A opção de escolha de mais de um modal ou intermodal, é fundamental para prever os novos investimentos em armazéns, ferrovias, portos e outras oportunidades logísticas.
Estabilidade político-econômica	Determina os riscos de investimentos e as oscilações de demanda. Sua estabilidade viabiliza planejamentos de médio e longo prazo com algum grau de precisão.

Fonte: Autoria própria (2018)

Ballou (2006) afirma que o PL busca responder às perguntas sobre o quê, quando e como. Essas perguntas são definidas da seguinte forma: “o que descolar de um ponto para outro ponto? Quando realizar esse deslocamento? Como fazer esse deslocamento?” (ROSA, 2010, p. 46).

Segundo Farahani, Rezapour e Kardar (2011), o PL é baseado nos níveis de planejamento estratégico, tático e operacional, precedendo da tomada de decisões estratégicas e abrangendo hierarquicamente as decisões táticas e operacionais. Ballou (2006), define os níveis de planejamento em:

- Planejamento Estratégico: considerado ao longo prazo, com horizonte temporal do planejamento;
- Planejamento Tático: horizonte temporal intermediário, normalmente inferior a um ano.

- Planejamento Operacional: processo decisório de curto prazo, com decisões normalmente tomadas a cada hora, ou diariamente.

Campos (2012), afirma que o planejamento estratégico está relacionado ao ponto mais alto de uma empresa, onde olha-se para as decisões estratégicas, analisando a organização como um todo. Conforme Oliveira (2013, p. 17), esse nível de planejamento pode ser definido como "[...] o processo administrativo que proporciona sustentação metodológica para se estabelecer a melhor direção a ser seguida pela empresa, visando ao otimizado grau de iteração com os fatores externos – não controláveis – e atuando de forma inovadora e diferenciada".

O planejamento estratégico tem, geralmente, alcance temporal prolongado, de elevado grau de impacto e irreversibilidade, estando "[..] voltado à dimensão estratégica ou global da empresa, referindo-se a seus objetivos e sua eficácia e efetividade." (OLIVEIRA, 2013, p. 19). Algumas das decisões desse planejamento, conforme Buller (2012), são: localização das instalações, localização dos armazéns e centros de distribuição, projeto do sistema do sistema de informações e o layout ou arranjo físico das instalações.

O objetivo do nível de planejamento estratégico, conforme definido por Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2010, p. 499), é "minimizar os custos finais, incluindo os custos de sourcing (abastecimento), produção, transporte, armazenagem e estoque, com a identificação dos melhores trade-offs entre o número de unidades e os níveis de serviço."

Para Govil e Proth (2002), nível estratégico possui cinco principais atividades:

- Atividade de compra: inclui as tarefas de comprar matérias-primas, componentes recursos e serviços.
- Atividade de criação: envolve a criação de produtos ou serviços, a manutenção e reparo dos recursos e o treinamento dos funcionários. Ou seja, a execução de todas as tarefas necessárias para a produção;
- Atividade de movimentação: relacionada ao transporte de materiais e pessoal dentro e fora da cadeia de suprimentos;
- Atividade de armazenagem: refere-se aos materiais em processo e matéria-prima quando está aguardando transporte ou transformação, vem como os produtos acabados aguardando para serem encaminhados aos clientes;
- Atividade de venda: envolve todas as atividades orientadas para o mercado, incluindo marketing e vendas.

De acordo com Oliveira (2013), o planejamento tático tem como principal finalidade a utilização eficiente dos recursos disponíveis para a consolidação de objetivos previamente fixados, bem como as políticas que orientam o processo decisório da empresa. Concordando que o planejamento tático se concentra em ser eficiente, Fagundes (2010) afirma que sua ênfase está relacionada como o produto deve ser entregue, quando deve ser feito para melhor atender à demanda e qual o tamanho a foça de trabalho deve dispor.

As decisões táticas estão centradas no emprego de medidas que permitem gerar benefícios do tipo benchmarking, na admissão de diversas camadas de fornecedores e no desenvolvimento de transporte, armazenagem, desembaraço aduaneiro, entre outros (CAMPOS, 2012).

Conforme Buller (2012), o nível tático possui "caráter de desdobramento dos objetivos estratégicos nas áreas de gestão da unidade de negócios com metas fixadas em médio prazo". Uma vez que é necessário definir objetivos de médio prazo, Oliveira (2013) expõe que nesse nível, geralmente, encontram-se dificuldades de ordem prática.

Govil e Proth (2002) afirmam que as decisões táticas são agrupadas nas seguintes macroatividades:

- Compra: envolve a aquisição de matérias-primas e componentes, assim como qualquer atividade que abrange a aquisição de recursos para a cadeia de suprimentos;
- Fabricação: agrupa as atividades de fabricação e relacionadas ao controle de qualidade e manutenção;
- Movimentação: refere-se ao transporte de mercadorias e pessoal dentro e fora da cadeia de suprimentos;
- Armazenamento: envolve a armazenagem dos produtos em todos os seus níveis de transformação, desde a matéria-prima até os produtos acabados;
- Venda: inclui atividades comerciais, marketing e, em geral, todas as atividades que podem afetar ou influenciar os produtos da cadeia de suprimentos.

Quanto ao nível planejamento operacional, Oliveira (2013, p. 19) estabelece como "[...] formulação das metodologias de desenvolvimento e implementação de resultados específicos a serem alcançados pelas áreas funcionais da empresa. Portanto, nessa situação tem-se, basicamente, os planos de ação ou planos operacionais". Segundo Fagundes (2010), esse

planejamento trata dos procedimentos diários para realizar o trabalho, incluindo o sequenciamento, gestão de estoques e gestão de processos.

Conforme Campos (2012), as decisões operacionais atingem a maneira que os produtos se deslocam ao longo da cadeia de suprimentos, nos acordos e adaptações entre compras e fornecedores, no despacho de pedidos, no deslocamento de produtos no armazém, entre outras. Envolvendo as seguistes atividades: recolher produtos dos estoques armazenados, recebimento e rotulagem de materiais para estocagem, separação de carga conforme os pedidos e rotas, manter registros dos níveis de inventário, alimentação das linhas de produção e preparar pedidos para ressuprimento de estoques (BALLOU, 1992; BULLER, 2012).

"Os três níveis de planejamento devem estar alinhados em suas decisões de modo que cada qual dos inferiores sustente o anterior, criando consistência nos objetivos e garantindo a realização dos planejamentos. (BULLER, 2012, p. 34-35). Ballou (2006), define alguns exemplos de processos decisórios para os problemas típicos relacionados aos níveis do planejamento, que são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Exemplos de processos decisórios em cada nível do PL

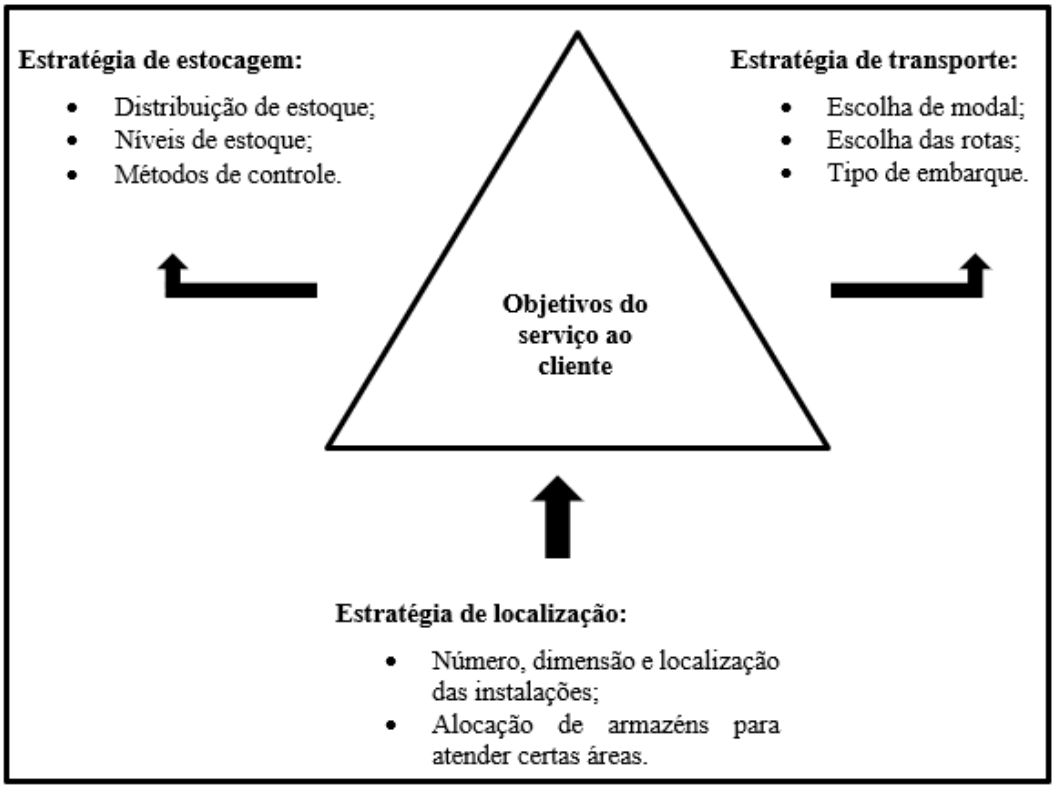
Área da decisão	**Nível da decisão**		
	Estratégica	**Tática**	**Operacional**
Localização das instalações	Quantidade, área e localização de armazéns, plantas e terminais		
Estoques	Localização e normas de controle de estoques	Níveis de estoques de segurança	Quantidade e momento de reposição
Transporte	Escolha do tipo de modal	Leasing de equipamento periódico	Roteamento e despacho
Processamento de pedidos	Projeto de sistema de entrada, transmissão de pedidos e processamento		Processamento de pedidos e atendimento de pedidos pendentes
Serviço aos clientes	Padrões de procedimentos	Regras de priorização dos pedidos de clientes	Preparação das remessas
Armazenagem	Seleção do material de deslocamento e layout da instalação	Escolhas de espaços sazonais e utilização de espaços privados	Separação de pedidos e reposição de estoques
Compra	Desenvolvimento de relações entre fornecedor e comprador	Contratação, seleção de fornecedores e compras antecipadas	Liberação de pedidos e apressar compras

Fonte: Adaptado de Ballou (2006)

Segundo Ballou (2006), o PL pode ser considerado um triângulo de tomadas de decisões logísticas, conforme a Figura 10, onde procura-se resolver quatro grandes áreas de

problemas: níveis de serviço ao cliente, localização das instalações, decisões sobre estoque e decisões sobre transporte.

Figura 10 – O triângulo de tomadas de decisões logísticas



Fonte: Adaptado de Ballou (2006)

Para Ballou (2006), a definição de níveis adequados de serviços ao cliente é a principal meta do planejamento logístico. Conforme Rosa (2010), a estratégia de localização permite estipular qual o número de armazéns, suas dimensões e suas localizações, bem como definir as garagens de veículos de transporte e os pontos de transbordo das mercadorias. Também possibilita definir quais são os fornecedores que melhor atendem ao suprimento da fábrica e definir a localização da própria fábrica. Barreto (2004, p. 24), define que "a localização geográfica tanto dos pontos de estocagem quanto dos pontos de fornecimento dá sustentação para o planejamento logístico."

A estratégia de transporte possibilita a escolha do modal, a escolha das rotas (roteirização) e o tipo de embarque, podendo ser totais ou fracionados. Os embarques totais ocorrem quando os veículos são ocupados somente com cargas de um único cliente, enquanto os fracionados são ocupados com cargas de diversos clientes. (ROSA, 2010). As decisões de transporte influenciam diretamente na distância entre a armazenagem até os clientes, sendo

fundamental que os responsáveis logísticos determinem o modo de movimentação dos bens (BARRETO, 2004).

Por fim, a estratégia de estoque é importante para o orçamento organizacional, visto que o excesso de estoque incide em altos custos de mão-de-obra, produtos obsoletos, espaço indevidamente ocupado, entre outras consequências. (BARRETO, 2004). Conforme Rosa (2010), essa estratégia viabiliza examinar o nível de estoque que a empresa pretende operar.

Com base em Ballou (2006), o Quadro 7 apresenta os estágios e os objetivos do serviço ao cliente.

Quadro 7 – Estágios e objetivos do serviço ao cliente

Serviço ao Cliente	
Estágios	**Objetivos**
O produto	• Posicionar o produto no mercado e obter vantagem competitiva; • Desenvolver uma embalagem que facilite a estocagem e o manuseio, melhore a utilização de equipamentos de transporte, proteja os produtos e que facilite o seu uso.
Serviços logísticos	• Proporcionar satisfação das vendas, à qual inicia-se com a entrada do pedido e termina com a entrega do produto ao cliente; • Oferecer serviços de manutenção ou suporte técnico; • Desenvolver métodos de transmissão de pedido, políticas de estocagem, procedimentos de processamento de pedidos e métodos de programação, acompanhando todo o ciclo de pedido.
Sistemas de informação	• Verificar com quem, quando e onde uma encomenda foi recebida; • Identificar a entrada de informação de pedidos de forma precisa, rápida e baixo custo.

Fonte: Adaptado de Ballou (2006)

Nos Quadros 8 e 9, são exibidos, respectivamente, os objetivos da estratégia de localização e de transporte, baseado em Ballou (2006).

Quadro 8 – Objetivos da estratégia de localização

Estratégia de Localização	
Objetivos	• Determinar o número, a localização e o tamanho das instalações; • Definir quais produtos e clientes devem ser designados às instalações; • Designar quais serviços de transporte devem ser utilizados entre as instalações; • Definir a melhor configuração de rede de instalações e do fluxo dos produtos; • Atender a demanda diretamente das fábricas, fornecedores ou pontos de estoque.

Fonte: Adaptado de Ballou (2006)

Quadro 9 – Objetivos da estratégia de transporte

Estratégia de Transporte	
Objetivos	• Escolher o modal de transporte ou serviço oferecido dentro de um modal de transporte; • Melhorar a eficiência do transporte com a utilização máxima do equipamento e do pessoal do transporte; • Definir o volume de cada embarque, as rotas e a programação.

Fonte: Adaptado de Ballou (2006)

Quanto aos objetivos e funções da estratégia de estoque, conforme Ballou (2006) são mostrados no Quadro 10.

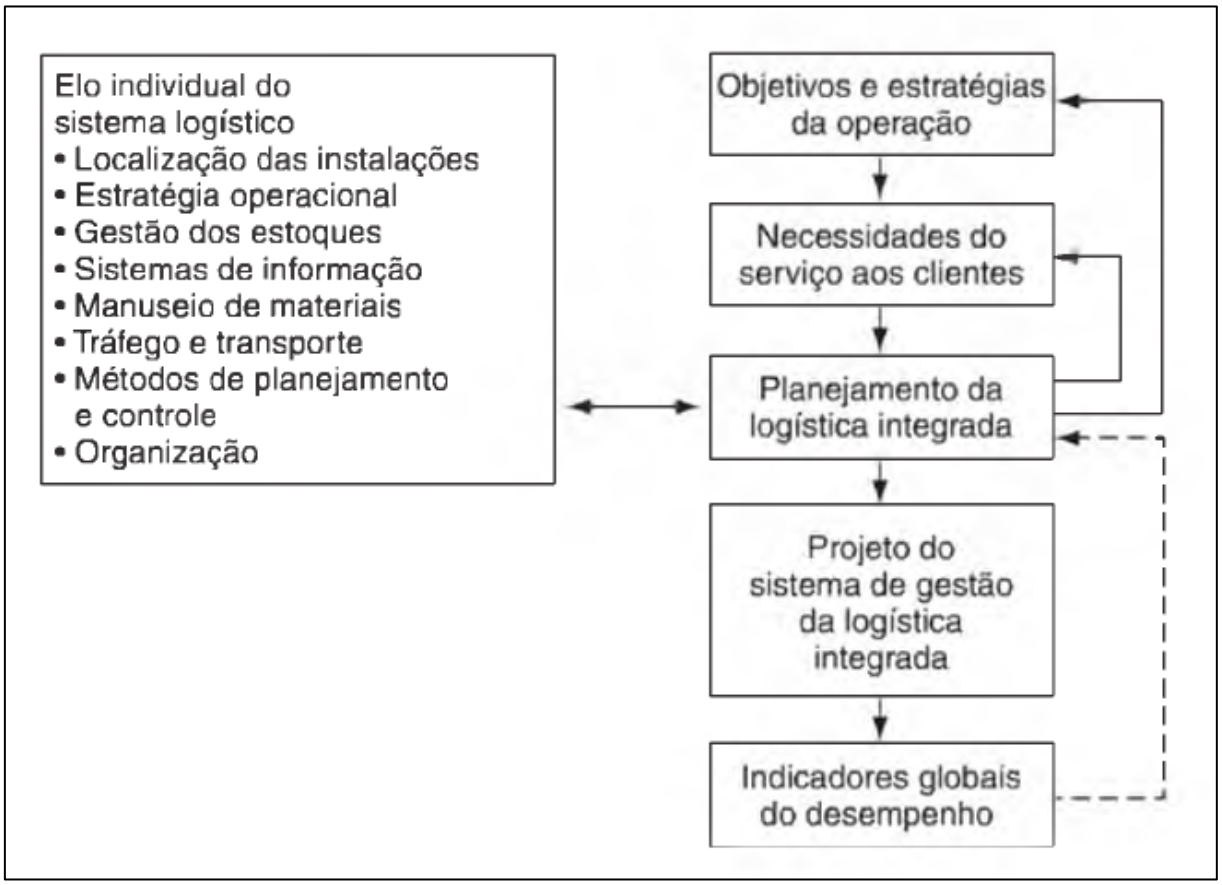
Quadro 10 – Funções e objetivos da estratégia de estoque

Estratégia de Estoque	
Funções	**Objetivos**
Manutenção de estoque	• Fornecer proteção e manutenção organizada dos estoques; • Permitir embarques de volumes das parcelas da linha de produtos, sendo recebidas em um único ponto, onde o pedido é montado e reembarcado ao cliente; • Gerenciar níveis de estoque por revisão contínua.
Manuseio de materiais	• Definir as atividades de carregamento e descarregamento, movimentação do produto dentro do armazém e separação do pedido; • Selecionar o estoque das áreas de armazenamento, de acordo com o pedido da venda.

Fonte: Adaptado de Ballou (2006)

Segundo Lima (2013), ao elaborar o PL, deve-se entender que nem sempre o que foi planejado funcionará perfeitamente o tempo todo, decorrente de fatores internos ou externos, dificultando o crescimento do nível de serviço previamente desejado. Essa afirmação pode ser compreendia por meio do fluxo de PL, representado pela Figura 11.

Figura 11 – Fluxo do planejamento logístico



Fonte: Ballou (2006, p. 52)

Conforme Ballou (2006), a Figura 11 demonstra que a configuração dos sistemas de gestão e controle atinge o ciclo de planejamento, onde cada elo do sistema logístico é projetado e confrontado com todos os demais num processo de planejamento logístico integrado.

Segundo Lima (2013), os gestores devem implementar um PL flexível de forma a possibilitar que sejam ajustados aos elementos críticos logísticos, introduzindo ações adequadas caso alguma eventualidade venha ocorrer. Deste modo, evita-se que ocorra um processo desgastante junto aos clientes pelo não cumprimento das ações planejadas.

3 ANÁLISE DAS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA

O objetivo deste capítulo é apresentar a aplicabilidade das ferramentas da manufatura enxuta e, posteriormente realizar uma análise individual de cada uma dessas ferramentas na redução dos oito desperdícios, nos níveis de planejamento logístico, nos estágios do serviço ao cliente e nas estratégias de localização, transporte e estoque.

3.1 APLICABILIDADE DAS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA

As ferramentas da ME expostas no capítulo anterior possuem inúmeras formas de aplicação, principalmente em empresas de grande e médio porte, com objetivo de melhoria contínua na resolução de problemas, eliminando ou minimizando os desperdícios nos processos produtivos de uma empresa. No contexto deste estudo, os quadros a seguir foram desenvolvidos com o objetivo de relacionar a aplicação das ferramentas com os desperdícios da ME, os níveis de planejamento do PL, os estágios do serviço ao cliente e estratégias de localização, transporte e estoque.

O Quadro 11 expõe os totais de desperdícios que estão relacionados com determinada ferramenta e as porcentagens, que representam a razão entre os desperdícios relacionados com o total de desperdícios. Pode-se verificar que as ferramentas da ME possuem alta aplicabilidade na redução ou eliminação dos desperdícios, destacando-se as ferramentas Kaizen e ciclo PDCA. Essas ferramentas podem oferecer melhoria, respectivamente, de até 100% e 87,50%, predominando-se às demais pelo fato de serem as mais completas, pois é possível aplica-las em todo o processo produtivo, não apenas em único processo ou práticas restritas como algumas outras ferramentas.

Também pode-se destacar a importância da metodologia 5S, Kanban, TPM, VSM e trabalho padronizado, que podem proporcionar melhorias em até 50% ou mais casos. Enquanto as ferramentas Poka-yoke e Milk Run possuem menor aplicabilidade por possuírem metodologias restritas e serem utilizadas para a redução dos desperdícios de produtos defeituosos e de estoque, respectivamente.

Quadro 11 - Aplicação das ferramentas nos desperdícios da ME

OS OITO DESPERDÍCIOS										
Desperdícios	**Ferramentas da Manufatura Enxuta**									
	Metodologia 5S	Heijunka	Kaizen	Kanban	Poka-yoke	TPM	VSM	Ciclo PDCA	Trabalho Padronizado	Milk Run
Tempo de Espera	**x**	**x**	**x**	**x**		**x**	**x**	**x**		
Transporte			**x**	**x**			**x**	**x**		
Produtos Defeituosos			**x**	**x**	**x**	**x**		**x**		
Movimentação	**x**		**x**	**x**			**x**	**x**	**x**	
Superprodução		**x**	**x**	**x**		**x**	**x**	**x**	**x**	
Estoque	**x**	**x**	**x**	**x**			**x**	**x**	**x**	**x**
Processamento			**x**			**x**		**x**	**x**	
Conhecimento			**x**							
TOTAL	**3**	**3**	**7**	**6**	**1**	**4**	**5**	**7**	**4**	**1**
Porcentagem	37,50%	37,50%	87,50%	75,00%	12,50%	50,00%	62,50%	87,50%	50,00%	12,50%

Fonte: Autoria própria (2018)

A aplicabilidade das ferramentas da ME nos níveis de planejamento podem ser empregadas nos processos decisórios definidos por Ballou (2006), conforme foram apresentados pelo Quadro 6, no capítulo anterior, seção 2.6. Essa aplicabilidade é exibida pelos Quadros 12, 13 e 14, onde observa-se os totais de áreas de decisão que estão relacionados com cada um dos níveis de planejamento e as porcentagens, representando a razão entre essas áreas com o total de áreas de decisão.

No planejamento estratégico (Quadro 12), destaca-se a total aplicabilidade das ferramentas kaizen e ciclo PDCA nas áreas de decisão, devido suas importâncias para a melhoria de cada nível de decisão. Também pode-se enfatizar as ferramentas VSM e Milk Run, possuindo utilidade em quase 50% das áreas de decisão.

Quadro 12 - Aplicação das ferramentas no planejamento estratégico

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO										
Área de decisão	**Ferramentas da Manufatura Enxuta**									
	Metodologia 5S	Heijunka	Kaizen	Kanban	Poka-yoke	TPM	VSM	Ciclo PDCA	Trabalho Padronizado	Milk Run
Localização das instalações			**x**					**x**		**x**
Estoques			**x**				**x**	**x**		**x**
Transporte			**x**					**x**		**x**
Processamento de pedidos		**x**	**x**				**x**	**x**		
Serviço aos clientes			**x**					**x**	**x**	
Armazenagem	**x**		**x**				**x**	**x**		
Compra			**x**	**x**				**x**		
TOTAL	**1**	**1**	**7**	**1**	**0**	**0**	**3**	**7**	**1**	**3**
Porcentagem	14,29%	14,29%	100,00%	14,29%	0,00%	0,00%	42,86%	100,00%	14,29%	42,86%

Fonte: Autoria própria (2018)

As ferramentas Kaizen e ciclo PDCA também apresentam total aplicabilidade nas áreas de decisão do planejamento tático, conforme exposto pelo Quadro 13. Nesse planejamento também se destaca o VSM com usabilidade em mais de 50% das áreas de decisão.

Quadro 13 - Aplicação das ferramentas no planejamento tático

PLANEJAMENTO TÁTICO										
Área de decisão	**Ferramentas da Manufatura Enxuta**									
	Metodologia 5S	Heijunka	Kaizen	Kanban	Poka-yoke	TPM	VSM	Ciclo PDCA	Trabalho Padronizado	Milk Run
Estoques			**x**				**x**	**x**		**x**
Transporte			**x**			**x**	**x**	**x**		
Serviço aos clientes			**x**					**x**		
Armazenagem			**x**				**x**	**x**		
Compra			**x**					**x**		
TOTAL	**0**	**0**	**5**	**0**	**0**	**1**	**3**	**5**	**0**	**1**
Porcentagem	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	20,00%	60,00%	100,00%	0,00%	20,00%

Fonte: Autoria própria (2018)

Em relação ao nível de planejamento operacional, igualmente aos demais níveis, as ferramentas Kaizen e ciclo PDCA apresentam total aplicabilidade nas áreas de decisão. A ferramenta VSM também possui relevância nesse planejamento, por ser aplicável em até 50% dos níveis decisórios. Essa análise de aplicação é apresentada no Quadro 14.

Quadro 14 – Aplicação das ferramentas no planejamento operacional

PLANEJAMENTO OPERACIONAL										
Área de decisão	**Ferramentas da Manufatura Enxuta**									
	Metodologia 5S	Heijunka	Kaizen	Kanban	Poka-yoke	TPM	VSM	Ciclo PDCA	Trabalho Padronizado	Milk Run
Estoques			**x**	**x**			**x**	**x**		
Transporte			**x**				**x**	**x**	**x**	**x**
Processamento de pedidos		**x**	**x**					**x**		
Serviço aos clientes			**x**					**x**		
Armazenagem	**x**		**x**	**x**			**x**	**x**	**x**	
Compra			**x**					**x**		
TOTAL	**1**	**1**	**6**	**2**	**0**	**0**	**3**	**6**	**2**	**1**
Porcentagem	16,67%	16,67%	100,00%	33,33%	0,00%	0,00%	50,00%	100,00%	33,33%	16,67%

Fonte: Autoria própria (2018)

Para auxiliar na resolução dos objetivos das quatro grandes áreas de problemas do triângulo de tomadas de decisões logísticas, as ferramentas da ME possuem alta aplicabilidade. Nessa situação, os Quadros 15, 16 e 17 apresentam a relação das ferramentas com os objetivos dessas áreas de problemas, podendo ser verificado os totais de objetivos dessas áreas que possuem relação com cada ferramenta e as porcentagens, que se refere à razão entre os objetivos relacionados com o total de objetivos da área de problemas.

Nos níveis de serviço ao cliente (Quadro 15), as ferramentas Kaizen e ciclo PDCA se destacam por apresentarem utilidade em todos os objetivos desses níveis. Também pode-se considerar o destaque da aplicabilidade de quase 50% da ferramenta Heijunka.

Quadro 15 – Aplicação das ferramentas no serviço ao cliente

SERVIÇO AO CLIENTE										
Objetivos	**Ferramentas da Manufatura Enxuta**									
	Metodologia 5S	Heijunka	Kaizen	Kanban	Poka-yoke	TPM	VSM	Ciclo PDCA	Trabalho Padronizado	Milk Run
Vantagem competitiva			**x**			**x**		**x**		
Embalagem do produto			**x**	**x**	**x**	**x**		**x**	**x**	
Satisfação das vendas		**x**	**x**		**x**	**x**	**x**	**x**		
Serviços de manutenção ou suporte técnico			**x**					**x**	**x**	
Transmissão de pedido		**x**	**x**					**x**		
Políticas de estocagem			**x**					**x**		
Ciclo de pedido		**x**	**x**				**x**	**x**		
Verificação da encomenda			**x**					**x**		
Entrada de informação de pedidos		**x**	**x**					**x**		
TOTAL	**0**	**4**	**9**	**1**	**2**	**3**	**2**	**9**	**2**	**0**
Porcentagem	0,00%	44,44%	100,00%	11,11%	22,22%	33,33%	22,22%	100,00%	22,22%	0,00%

Fonte: Autoria própria (2018)

No Quando 16 verifica-se a aplicabilidade das ferramentas na estratégia de localização, podendo dar ênfase às ferramentas ciclo PDCA e Milk Run. Enquanto a ferramenta Heijunka apresenta usabilidade em apenas um dos objetivos e, para esta análise, as demais ferramentas não apresentam aplicabilidade.

Quadro 16 – Aplicação das ferramentas na estratégia de localização

ESTRATÉGIA DE LOCALIZAÇÃO										
Objetivos	**Ferramentas da Manufatura Enxuta**									
	Metodologia 5S	Heijunka	Kaizen	Kanban	Poka-yoke	TPM	VSM	Ciclo PDCA	Trabalho Padronizado	Milk Run
Número, localização e tamanho das instalações								**x**		**x**
Designação de produtos e clientes								**x**		
Designação de serviços de transporte								**x**		**x**
Configuração de rede								**x**		**x**
Atender a demanda		**x**						**x**		**x**
TOTAL	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**5**	**0**	**4**
Porcentagem	0,00%	20,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	80,00%

Fonte: Autoria própria (2018)

Na estratégia de transporte (Quadro 17), também pode-se enfatizar as ferramentas ciclo PDCA e Milk Run e as ferramentas Kaizen e TPM possuem pouca aplicabilidade. As demais ferramentas, para esta análise, não apresentam usabilidade nos objetivos dessa estratégia.

Quadro 17 – Aplicação das ferramentas da estratégia de transporte

ESTRATÉGIA DE TRANSPORTE										
Objetivos	**Ferramentas da Manufatura Enxuta**									
	Metodologia 5S	Heijunka	Kaizen	Kanban	Poka-yoke	TPM	VSM	Ciclo PDCA	Trabalho Padronizado	Milk Run
Escolha do modal								**x**		**x**
Escolha do serviço oferecido								**x**		**x**
Utilização máxima do equipamento			**x**			**x**		**x**		
Utilização máxima do pessoal			**x**					**x**		
Volume de embarque								**x**		**x**
Rotas								**x**		**x**
Programação								**x**		**x**
TOTAL	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**1**	**0**	**7**	**0**	**5**
Porcentagem	0,00%	0,00%	28,57%	0,00%	0,00%	14,29%	0,00%	100,00%	0,00%	71,43%

Fonte: Autoria própria (2018)

Por fim, o Quadro 18 apresenta a aplicabilidade das ferramentas na estratégia de estoque, onde a ferramenta ciclo PDCA manifesta-se em todos os objetivos. Já as ferramentas metodologia 5S, Heijunka, Kanban, TPM e trabalho padronizado, apresentam baixa aplicabilidade.

Quadro 18 – Aplicação das ferramentas na estratégia de estoque

ESTRATÉGIA DE ESTOQUE										
Objetivos	**Ferramentas da Manufatura Enxuta**									
	Metodologia 5S	Heijunka	Kaizen	Kanban	Poka-yoke	TPM	VSM	Ciclo PDCA	Trabalho Padronizado	Milk Run
Proteção e manutenção						**x**		**x**		
Embarque de volumes								**x**	**x**	
Níveis de estoque								**x**		
Carregamento, descarregamento e movimentação do produto	**x**			**x**				**x**	**x**	
Selecionar estoque		**x**						**x**		
TOTAL	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**5**	**2**	**0**
Porcentagem	20,00%	20,00%	0,00%	20,00%	0,00%	20,00%	0,00%	100,00%	40,00%	0,00%

Fonte: Autoria própria (2018)

Na análise dos quadros anteriores pode-se constatar que as ferramentas da manufatura enxuta possuem alto grau de aplicabilidade, principalmente o ciclo PDCA que não é usável apenas no desperdício de conhecimento. O grau de aplicabilidade das ferramentas atribui a multifuncionalidade das mesmas e a utilização simultânea de tais ferramentas com o propósito de atingir as melhorias oferecidas.

3.2 ANÁLISE DAS FERRAMENTAS

As análises das ferramentas da ME, apresentou um alto grau de aplicabilidade no objetivo de realizar um bom planejamento logístico, garantindo que as organizações reduzam custos e desperdícios, aumentem a eficiência de suas operações e conquistem a satisfação total

de seus clientes. Neste cenário, pode-se analisar, individualmente, como as ferramentas são capazes de auxiliarem na busca desse objetivo.

3.2.1 Análise da Metodologia 5S

A metodologia 5S é baseada em ideias simples e que podem oferecer grandes benefícios para as empresas, garantindo a disciplina e segurança nos processos produtivos, gerando maior qualidade e produtividade. Ao aplicar os cinco sensos, a ferramenta permite redução dos desperdícios de tempo de espera, movimentação e estoque. A análise dessa metodologia na redução desses desperdícios é apresentada no Quadro 19.

Quadro 19 – Análise da metodologia 5S na redução de desperdícios

Metodologia 5S	
Desperdício	**Análise**
Tempo de espera	Ao proporcionar que os funcionários sejam bem orientados e autodisciplinados, as tarefas podem ser executas conforme o padrão estabelecido pela empresa. Com isso, permite que se reduza a interrupção de equipamentos ou que os funcionários permanecem esperando pela próxima etapa do processamento.
Movimentação	Manter o ambiente de trabalho limpo e organizado proporciona que não ocorra a movimentação desnecessária que os funcionários necessitam em realizar durante o trabalho, como procurar, pegar ou empilhar peças e ferramentas.
Estoque	Ao adequar os estoques às necessidades, permite que não aconteça desequilíbrios na produção.

Fonte: Autoria própria (2018)

Nos níveis de planejamento estratégico e operacional, a metodologia 5S pode ser aplicada na área de decisão de armazenagem. Essa ferramenta é de fundamental importância na disposição do layout da empresa e na reposição de estoques.

Finalmente, essa ferramenta pode ser aplicada na estratégia de estoque, tendo como objetivo aperfeiçoar as atividades de carregamento, descarregamento e movimentação de produtos dentro do armazém. No Quadro 20, apresenta-se as análises dessa metodologia com os planejamentos estratégico e operacional e na estratégia de estoque.

Quadro 20 – Análises da metodologia 5S

Metodologia 5S		
Nível de Planejamento	**Área de Decisão**	**Análise**
Planejamento Estratégico	Armazenagem	A aplicação dos cinco sensos permite melhorar a utilização do espaço e recursos disponíveis, resultando na máxima eficiência e na redução dos custos nos processos produtivos. Além disso, a limpeza e organização facilita na reposição de estoques, bem como na melhor identificação dos produtos e ferramentas.
Planejamento Operacional		
Estratégia	**Objetivo**	**Análise**
Estratégia de Estoque	Carregamento, descarregamento e movimentação do produto	Conservar o ambiente de trabalho limpo e organizado, possibilita o melhor carregamento e descarregamento dos produtos. Também permite que os produtos e as ferramentas sejam movimentados da melhor forma.

Fonte: Autoria própria (2018)

As análises realizadas da metodologia 5S enfatizam que essa ferramenta permite uma gestão aprimorada dos negócios, a partir de princípios simples e básicos que beneficiam o ambiente de trabalho e as equipes de alto desempenho.

3.2.2 Análise do Heijunka

O heijunka previne o excesso de lotes, tipos de produtos e flutuações no volume dos produtos, gerando estabilidade na produção. Essa ferramenta permite que a produção atenda de forma eficiente às demandas dos clientes, fazendo com que as empresas reconsiderem como devem comprar de seus fornecedores, como aprimorar os processos, como planejar as equipes de trabalho e como projetar as ferramentas e máquinas. Neste contexto, o heijunka contribui na redução dos desperdícios de tempo de espera, superprodução e estoque. A análise do heijunka é exposta no Quadro 21.

Quadro 21 – Análise do heijunka na redução de desperdícios

Heijunka	
Desperdício	**Análise**
Tempo de Espera	Ao desenvolver uma programação nivelada de pedidos e das variações diárias dos mesmos, reduz os tempos gastos em programação das ordens e o processamento de pedidos.
Superprodução	O nivelamento entre a produção e demanda permite que os produtos não sejam produzidos prematuramente ou excessivamente do que a necessidade dos clientes.
Estoque	O sucesso do nivelamento entre a produção e a demanda proporciona que não haja armazenagem extra de produtos.

Fonte: Autoria própria (2018)

O heijunka pode ser aplicado na área de decisão de processamento de pedidos nos níveis de planejamento estratégico e operacional. Essa ferramenta é capaz de projetar um sistema de entrada, transmissão e processamento de pedidos, bem como melhorar o atendimento de pedidos pendentes.

Nos objetivos do serviço ao cliente, o heijunka pode ser aplicado para proporcionar satisfação de vendas, desde a entrada do pedido até a entrega do produto ao cliente. Também pode ser utilizado para desenvolver métodos de transmissão de pedidos.

Essa ferramenta também pode ser aplicada nas estratégias de localização e de estoque. Na primeira estratégia, ela pode atuar no objetivo de atender a demanda diretamente das fábricas, fornecedores ou pontos de estoque. Enquanto na estratégia de estoque, a ferramenta pode auxiliar na seleção do estoque das áreas de armazenamento, de acordo com o pedido da venda. Por meio do Quadro 22, são expostas as análises da ferramenta heijunka nos planejamentos estratégico e operacional, serviço ao cliente e estratégias de localização e estoque.

Quadro 22 – Análises do heijunka

Heijunka		
Nível de Planejamento	**Área de Decisão**	**Análise**
Planejamento Estratégico	Processamento de pedidos	O nivelamento entre a produção e a demanda, bem como a programação nivelada de pedidos permitem que seja projetado um sistema adequado de entrada, transmissão e processamento de pedidos e um melhor atendimento dos pedidos pendentes.
Planejamento Operacional		
Objetivos		**Análise**
Serviço ao Cliente	Satisfação de vendas	A programação nivelada de pedidos pode proporcionar a satisfação dos clientes.
	Transmissão de pedido	O nivelamento entre a produção e a demanda, pode facilitar a transmissão de pedidos.
Estratégia	**Objetivo**	**Análise**
Estratégia de Localização	Atender a demanda	Ao nivelar a produção com a demanda, pode-se proporcionar que essa demanda seja atendida diretamente da fábrica, fornecedores ou pontos de estoque.
Estratégia de Estoque	Selecionar estoque	A programação nivelada de pedidos pode permitir que o estoque seja selecionado das áreas de armazenamento.

Fonte: Autoria própria (2018)

As análises realizadas do heijunka, destacam que esse método pode reduzir o desnível em um processo de produção e minimizar a chance de sobrecarga, impulsionando o sistema produtivo e estabelecendo um fluxo contínuo de trabalho.

3.2.3 Análise do Kaizen

A ferramenta Kaizen propõe que ocorra uma melhoria constante envolvendo a todos, gerentes e operários, podendo reduzir custos e aumentar a produtividade. Por meio dela, as empresas visam a identificação de pontos e processos que podem ser melhorados, sendo necessária a participação de todos os colaboradores.

Neste contexto, essa ferramenta pode ser utilizada no objetivo de reduzir todos desperdícios. Além de ser aplicável nas áreas de decisão dos níveis de planejamento, podendo oferecer oportunidade de melhoria no fluxo de trabalho em cada um dos níveis.

O Kaizen também pode auxiliar em todos objetivos do serviço ao cliente e na estratégia de transporte, podendo ser aplicada na obtenção dos objetivos de utilização máxima do pessoal e dos equipamentos.

Tendo como análise para essa ferramenta, ao implementar novos métodos, ela possibilita a correção de tudo aquilo que estiver errado, desfazendo conceitos antigos e tradicionais e capacitando todos os colaboradores. Nesse sentido, o Kaizen permite a melhoria contínua por intermédio da redução dos desperdícios, do apoio a todas as áreas de decisão, de um melhor serviço ao cliente e da eficiência do transporte.

A análise da ferramenta Kaizen, destaca o comprometimento de todos os colaboradores da empresa na busca da redução de custos, redução de desperdício e aumento da produtividade. Onde, a aplicação de pequenas mudanças diárias resulta em grandes melhorias ao longo do tempo.

3.2.4 Análise do Kanban

O Kanban ajuda a compreender e controlar o progresso das tarefas de forma visual, eliminando qualquer ação ou função desnecessária, aperfeiçoando como as atividades são realizadas. No objetivo de colaborar na redução de desperdícios, o Quadro 23 expõe as análises dessa ferramenta.

Quadro 23 – Análise do kankan na redução dos desperdícios

Kanban	
Desperdício	**Análise**
Tempo de espera	Aplicando o kanban de movimentação, permite reduzir os tempos gastos de processamento, interrupção de equipamento e gargalos de capacidade.
Transporte	Utilizando o kanban de movimentação, possibilita a redução da movimentação de materiais que não agrega valor.
Produtos Defeituosos	Ao aplicar o kanban de produção, proporciona a identificação do produto, materiais e equipamentos necessários para a produção, reduzindo a possibilidade de erros na produção.
Movimentação	Empregando o kanban de movimentação, reduz os movimentos inúteis dos funcionários durante o trabalho.
Superprodução	Utilizar, em conjunto, os kanbans de produção, movimentação e fornecedor, permite que não seja produzido produtos prematuramente.
Estoque	Aplicando os kanbas de produção e fornecedor, reduz a necessidade de armazenar o excedente de produção e o que não for consumido no momento da produção.
Processamento	Ao utilizar o kanban de produção, possibilita que as atividades e métodos desnecessários sejam reduzidos.

Fonte: Autoria própria (2018)

No planejamento estratégico essa ferramenta permite que seja desenvolvido melhores relações entre fornecedor e comprador. Já no planejamento operacional, o kanban pode auxiliar nas áreas de decisão de estoques e armazenagem.

O Kanban pode auxiliar nos objetivos do serviço ao cliente, desenvolvendo uma embalagem que simplifique a estocagem e o manuseio dos produtos. Essa ferramenta também pode ajudar no carregamento, descarregamento e movimentação dos produtos, quando se refere à estratégia de estoque. No Quadro 24 são apresentadas as análises da ferramenta kanban.

Quadro 24 – Análises do kanban

Kanban		
Níveis de Planejamento	**Área de Decisão**	**Análise**
Planejamento Estratégico	Compra	Aplicando o kanban de fornecedor, melhora a relação entre fornecedor e comprador, pois ele fornece informações detalhadas quanto à forma e o momento em que o fornecedor terá acesso às instalações do comprador.
Níveis de Planejamento	**Área de Decisão**	**Análise**
Planejamento Operacional	Estoques	Utilizando o kanban de produção, permite que o controle da quantidade e momento de reposição.
	Armazenagem	Aplicando conjuntamente os kanbans de produção e movimentação, possibilita a eficiência da separação de pedidos e reposição de estoques.
Objetivo		**Análise**
Serviço ao Cliente	Embalagem do Produto	Utilizar o kanban de produção, proporciona que seja desenvolvida uma embalagem que facilite a movimentação e transporte dos produtos
Estratégia	**Objetivo**	**Análise**
Estratégia de Estoque	Carregamento, descarregamento e movimentação do produto	Ao empregar o kanban de movimentação, é possível aperfeiçoar o carregamento, descarregamento e, principalmente, a movimentação dos produtos

Fonte: Autoria própria (2018)

Conforme apresentando pelas análises, os Kanbans de produção, movimentação e fornecedor, permitem a indicação da quantidade necessária de peças e componentes, a circulação de peças entre as áreas ou mesmo entre as empresas e fornecedores.

3.2.5 Análise do Poka-yoke

A ferramenta poka-yoke pode ser aplicada a qualquer cenário que envolva riscos de falhas ou defeitos, sendo fundamental para a redução de produtos defeituosos. Utilizando o método de contato, permite a identificação dos produtos, detectando e prevenindo erros no sistema produtivo.

Nos objetivos do serviço ao cliente, o poka-yoke permite desenvolver uma embalagem adequada para os produtos e proporcionar satisfação das vendas ao entregar um produto sem defeitos aos clientes. O quadro 25 apresenta as análises do serviço ao cliente.

Quadro 25 – Análise do poka-yoke nos objetivos do serviço ao cliente

Poka-yoke		
Objetivo		**Análise**
Serviço ao Cliente	Embalagem do produto	Utilizar o método de contato, possibilita que a embalagem primária e secundária seja adequada para um produto específico.
	Satisfação das vendas	Os três métodos de detecção e prevenção de erros, fornece que o produto seja entregue aos clientes em seu perfeito estado.

Fonte: Autoria própria (2018)

Ao realizar as análises do poka-yoke, pode-se detectar que essa ferramenta é essencial para a satisfação total do cliente, sendo entregue o produto no seu perfeito estado, sem defeitos.

3.2.6 Análise da TPM

A ferramenta TPM é utilizada na identificação de perdas existentes no processo produtivo e administrativo, proporcionando a produção de produtos e serviços de alta qualidade a custos competitivos. Ao identificar as perdas, essa ferramenta possibilita a redução de desperdícios, conforme as análises descritas no Quadro 26.

Quadro 26 – Análise do TPM na redução dos desperdícios

TPM	
Desperdício	**Análise**
Tempo de espera	A elaboração de um plano de manutenção preventiva e preditiva de equipamentos, evita que ocorra interrupções e atrasos de processamento.
Produtos Defeituosos	Por meio da eficiência dos equipamentos, os produtos podem ser produzidos com as característica e especificações planejadas.
Superprodução	Ao aplicar os oito pilares, reduzirá a produção de produtos prematuramente ou excessivamente.
Processamento	A aplicação dos oito pilares evita-se que os equipamentos sejam dimensionados erroneamente.

Fonte: Autoria própria (2018)

No planejamento tático, ao realizar o leasing de equipamentos periódicos, ou seja, arrendar um equipamento de um fabricante, o TPM pode ser útil para manter os equipamentos conservados, em dia e funcionando adequadamente.

A TPM pode ser utilizada nos objetivos do serviço ao cliente, possibilitando vantagem competitiva e desenvolvendo uma embalagem adequada do produto. Com isso, proporcionará satisfação das vendas. Na estratégia de transporte, essa ferramenta permite a melhor eficiência do transporte com a utilização máxima dos equipamentos. A análise do TPM na estratégia de estoque, fornece manutenção organizada dos estoques. O Quadro 27 apresenta as análises dessa ferramenta no planejamento tático, serviço ao cliente e nas estratégias de transporte e de estoque.

Quadro 27 – Análises da TPM

TPM		
Níveis de Planejamento	**Área de Decisão**	**Análise**
Planejamento Tático	Transporte	Manter os equipamentos conservados, em dia e funcionando adequadamente, realizando a manutenção dentro dos prazos indicados pelo fabricando de acordo com o uso.
Objetivo		**Análise**
Serviço ao **Cliente**	Vantagem competitiva	A aplicação dos oito pilares permitirá que a empresa alcance vantagem competitiva, ao produzir produtos e serviços de alta qualidade a custos competitivos.
	Embalagem do produto	A manutenção planejada e autônoma, fornece que sejam produzidas embalagens adequadas.
	Satisfação das vendas	Ao utilizar os pilares, proporcionará satisfação de vendas, entregando o produto em perfeito estado ao cliente.
Estratégia	**Objetivo**	**Análise**
Estratégia de Transporte	Utilização máxima do equipamento	Ao aplicar os oitos pilares, melhorará a eficiência do transporte com a utilização máxima dos equipamentos.
Estratégia de Estoque	Proteção e manutenção	A gestão de manutenção da qualidade permite a interação da confiabilidade dos equipamentos com a capacidade de produção, permitindo a manutenção organizada dos estoques.

Fonte: Autoria própria (2018)

A elaboração das análises do TPM permitiu compreender a importância dessa ferramenta na manutenção de equipamentos e de instalações. Sendo fundamental para o aumento significativo do sistema de produção e da satisfação no trabalho.

3.2.7 Análise do VSM

A ferramenta VSM permite ilustrar, analisar e melhorar os processos produtivos, identificando quais atividades são responsáveis pela maior ou menor agregação de valor, sendo especialmente útil para localizar e eliminar os desperdícios. Neste contexto, relacionando essa ferramenta com os desperdícios de tempo de espera, transporte, movimentação, superprodução e estoque, expõe que o VSM permite identificar esses desperdícios, ao desenhar um mapa ou fluxograma representando os cenários da linha de produção e tomar medidas para eliminá-los.

No planejamento estratégico, o VSM possibilita projetar um melhor sistema de entrada, transmissão e processamento de pedidos, além de identificar a melhor forma de seleção de materiais de deslocamento.

Quanto aos planejamentos tático e operacional, essa ferramenta pode ser utilizada nas áreas de decisão de estoques, transporte e armazenagem. Por meio do desenho do mapa ou fluxograma é possível acompanhar todo o ciclo de pedido, possibilitando a completa satisfação de vendas desde a entrada do pedido até a entrega do produto ao cliente, tornando o VSM fundamental para atingir os objetivos do serviço ao cliente. No Quadro 28, é exposto as análises dessa ferramenta nos níveis de planejamento e no serviço ao cliente.

Quadro 28 – Análises do VSM

VSM		
Níveis de Planejamento	**Área de Decisão**	**Análise**
Planejamento Estratégico	Estoques	A criação de normas de controle de estoques, o projeto de um bom sistema de entrada, transmissão e processamento de pedidos e a melhor forma de seleção do material de descolamento, poderá auxiliar na apresentação do mapa ou fluxograma.
	Processamentos de pedidos	
	Armazenagem	
Planejamento Tático e Operacional	Estoques	O mapa ou fluxograma pode identificar erros no nível de segurança e auxiliar no momento certo de reposição
	Transporte	Ao desenhar o mapa ou fluxograma, permite identificar quais equipamentos necessita manutenção e auxiliar no melhor roteamento.
	Armazenagem	O mapa ou fluxograma permite identificar se os espaços sazonais estão sendo utilizados eficientemente e auxilia na reposição do estoque.
Objetivos		**Análise**
Serviço ao Cliente	Satisfação de vendas	Ao desenhar o mapa ou fluxograma, permite identificar possíveis problemas durante o ciclo de pedido, possibilitando que sejam solucionados e proporcionando a total satisfação de vendas.
	Ciclo de pedido	

Fonte: Autoria própria (2018)

Mediante às análises do VSM, possibilitou compreender que o desenho de um mapa ou fluxograma do estado ideal do sistema produtivo pode revelar as oportunidades de melhoria, para atingir um nível mais alto de desempenho em algum ponto no futuro.

3.2.8 Análise do Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é um método utilizado para o desenvolvimento de um planejamento de forma eficiente, auxiliando a execução das estratégias. Esse ciclo garante o alcance de metas necessárias à manutenção das empresas, examinando e indicando oportunidades de melhoria no processo produtivo, identificando os erros dos resultados esperados.

Por ser uma metodologia utilizada para a contínua melhoria de processos e solução de problemas, o Quadro 29 traz uma análise geral de como essa ferramenta pode auxiliar na redução dos desperdícios, nos níveis de planejamento, nos objetivos do serviço ao cliente e nas estratégias de localização, transporte e estoque.

Quadro 29 – Análise geral do ciclo PDCA

Ciclo PDCA	
Análise	
Redução dos Desperdícios	Na etapa de planejamento, pode-se estabelecer as metas e os métodos para alcançar os objetivos esperados. Na execução, é capaz de realizar as tarefas exatamente como foi previsto no planejamento. Já na verificação, é possível identificar se as tarefas da etapa anterior alcançaram os resultados esperado. Por fim, a etapa de ação corretiva, atua-se no processo em função dos resultados obtidos.
Planejamento Estratégico, Tático e Operacional	
Serviço ao Cliente	
Estratégias de Localização, Transporte e Estoque	

Fonte: Autoria própria (2018)

A análise realizada do ciclo PDCA, mostra que essa ferramenta possibilita resultados diferentes e complementares a cada utilização, fazendo com que o ciclo seja um método de uso contínuo para obter maior sucesso na solução de problemas.

3.2.9 Análise do Trabalho Padronizado

O TP possibilita que sejam realizados procedimentos específicos pelos funcionários no processo de produção baseados no tempo takt, sequência de trabalho e estoque padrão. Essa ferramenta reduz a variabilidade, acidentes, desperdícios e permite uma base comum para as atividades de melhoria. No Quadro 30 são apresentadas as análises referentes aos desperdícios de movimentação, superprodução, estoque e processamento.

Quadro 30 – Análise do trabalho padronizado na redução de desperdícios

Trabalho Padronizado	
Desperdício	**Análise**
Movimentação	Padronizar a movimentação permite que não ocorra movimentos inúteis durante o trabalho.
Superprodução	Padronizar os lotes, as demandas e a capacidade produtiva, possibilita que não seja realizada a produção de itens prematuramente ou excessivamente.
Estoque	Padronizar o estoque permite que não ocorra desequilíbrios na produção.
Processamento	Ao padronizar o processamento, permite que os equipamentos sejam dimensionados corretamente.

Fonte: Autoria própria (2018)

No planejamento estratégico, essa ferramenta permite desenvolver padrões de procedimentos no serviço aos clientes. Já no planejamento operacional, o TP pode ser útil nas áreas de decisão de transporte e armazenagem. A padronização pode auxiliar na obtenção dos objetivos do serviço ao cliente, como no desenvolvimento de uma embalagem ideal para os produtos e nos serviços de manutenção e suporte técnico.

Quanto à estratégia de estoque, o TP permite melhorar os embarques de volumes das parcelas da linha de produtos e no carregamento, descarregamento e movimentação dos produtos. O Quadro 31, expõe as análises dessa ferramenta nos níveis de planejamento estratégico e operacional, serviço ao cliente e estratégia de estoque.

Quadro 31 – Análises do trabalho padronizado

Trabalho Padronizado		
Níveis de Planejamento	**Área de Decisão**	**Análise**
Planejamento Estratégico	Serviço aos clientes	Padronizar os procedimentos permite a total satisfação dos clientes.
Planejamento Operacional	Transporte	É necessário que o despacho de transporte seja padronizado, facilitando a execução do serviço de transporte.
	Armazenagem	Padronizar a separação de pedidos torna as atividades mais dinâmicas e aumenta a produtividade das equipes.
Objetivos		**Análise**
Serviço ao Cliente	Embalagem do produto	Padronizar a embalagem do produto facilita a estocagem, o manuseio e o transporte.
	Serviços de manutenção ou suporte técnico	Padronizar os serviços de manutenção e suporte técnico, permite a maior satisfação do cliente.
Estratégia	**Objetivo**	**Análise**
Estratégia de Estoque	Embarque de volumes	Ao padronizar o embarque de volume, permite que os volumes das parcelas da linha de produtos sejam recebidos em um único ponto, onde o pedido é montado e reembarcado ao cliente.
	Carregamento, descarregamento e movimentação do produto	Padronizar o carregamento, descarregamento e movimentação do produto dentro do armazém evita possíveis erros nesse processo.

Fonte: Autoria própria (2018)

A partir das análises do TP, permitiu compreender que essa ferramenta estabelece padrões precisos dos processos para cada função na empresa, evitando que erros frequentes sejam cometidos.

3.2.10 Análise do Milk Run

A ferramenta MR consiste em um sistema de coletas programadas de materiais em um ou mais fornecedores e entregar esses materiais no destino final, permitindo o maior controle sobre as peças realmente necessárias e a redução de desperdícios. Relacionando essa ferramenta com o desperdício de estoque, permite compreender que, ao utilizar uma maior frequência de abastecimento, será possível de reduzir os níveis de estoque.

No planejamento estratégico, o MR pode ser útil nas áreas de decisão de localização das instalações, estoques e transporte, conforme as análises do Quadro 32.

Quadro 32 – Análise do milk run no planejamento estratégico

Milk Run		
Níveis de Planejamento	**Área de Decisão**	**Análise**
Planejamento Estratégico	Localização das instalações	Definir a localização das instalações próximas aos fornecedores, permite a maior eficiência do sistema de coletas.
	Estoque	Determinar a localização dos estoques próximos aos fornecedores, permite a maior eficiência do sistema de coletas.
	Transporte	Ao determinar o sistema de coletas nos fornecedores, é necessário definir o melhor tipo de modal para realizar essas coletas.

Fonte: Autoria própria (2018)

O MR é importante para os níveis de planejamento tático e operacional e as análises dessa ferramenta para esses níveis é apresentado pelo quadro 33.

Quadro 33 – Análise do milk run nos planejamentos tático e operacional

Milk Run		
Níveis de Planejamento	**Área de Decisão**	**Análise**
Planejamento Tático	Estoques	A frequência de abastecimento permite que os níveis de estoques de segurança sejam identificados com eficiência.
Planejamento Operacional	Transporte	Ao determinar o sistema de coletas é necessário definir a melhor roteirização dos veículos.

Fonte: Autoria própria (2018)

Essa ferramenta também é fundamental para alcançar os objetivos das estratégias de localização e de transporte, conforme as análises realizadas nos Quadros 34 e 35.

Quadro 34 – Análise do milk run na estratégia de localização

Milk Run		
Estratégia	**Objetivo**	**Análise**
Estratégia de Localização	Número, localização e tamanho das instalações	Definir a localização das instalações próximas aos fornecedores, permite a maior eficiência do sistema de coletas.
	Designação de serviços de transporte	Escolher o melhor serviço de transporte permite que o sistema seja eficiente.
	Configuração de rede	Ao realizar o sistema de coletas nos fornecedores, é necessário definir a melhor configuração de rede.
	Atender a demanda	Realizar coletas programadas de materiais, tende a atender a demanda diariamente dos fornecedores.

Fonte: Autoria própria (2018)

Quadro 35 – Análise do milk run na estratégia de transporte

Milk Run		
Estratégia	**Objetivo**	**Análise**
Estratégia de Transporte	Escolha do modal	É necessário escolher o melhor modal de transporte ou serviço oferecido dentro de um modal, para que o sistema de coletas seja eficiente.
	Escolha do serviço oferecido	
	Volume de embarque	Para que o sistema de coleta se torne eficiente, é necessário definir o volume de embarque e a melhor rota e programação do transporte.
	Rotas	
	Programação	

Fonte: Autoria própria (2018)

Após a realização das análises da ferramenta, pode-se concluir que o MR é fundamental para a eficiência de transporte ao definir uma roteirização adequada e reduz a movimentação de veículos externos dentro das instalações da empresa. Além disso, a ferramenta permite o controle do fluxo de recebimento de peças e componentes, aprimorando a gestão de estoque.

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DAS ANÁLISES

As análises da aplicabilidade das ferramentas realizada na seção 3.1 permitiu identificar as inúmeras aplicações das ferramentas da manufatura enxuta na redução de desperdícios, nos níveis de planejamento estratégico, tático e operacional e na solução dos quatro grandes problemas do triângulo de tomada de decisões logísticas, concentram-se em processos produtivos de empresas de grande e médio porte.

Na seção 3.2 possibilitou descrever como as ferramentas podem auxiliar no desenvolvimento de um planejamento logístico, onde um resumo individual das ferramentas é apresentado por meio do Quadro 36.

Quadro 36 – Resumo das análises das ferramentas da manufatura enxuta

Ferramenta da Manufatura Enxuta	Resumo da Análise
Metodologia 5S	Permite gestão aprimorada do ambiente de trabalho e das equipes de alto desempenho
Heijunka	Estabelece apropriado fluxo contínuo de trabalho ao reduzir o desnível de produção
Kaizen	Pequenas mudanças diárias resultam em grandes melhorias ao longo do tempo
Kanban	Permite indicar a quantidade necessária de pelas e componentes, a circulação de peças entre processos ou mesmo entre a empresa e fornecedor
Poka-yoke	Permite entregas o produto no seu perfeito estado, melhorando a satisfação total do cliente
TPM	A manutenção de equipamentos e instalações melhora o sistema de produção e a satisfação no trabalho
VSM	O mapa ou fluxograma permite compreender o estado ideal do sistema produtivo
Ciclo PDCA	Possibilita solucionar os problemas através de um método de uso contínuo
Trabalho Padronizado	Evita que erros frequentes sejam cometidos
Milk Run	Permite o controle do fluxo de recebimento de peças e componentes, além de melhorar a eficiência de transporte

Fonte: Autoria própria (2018)

As análises permitem compreender como a relação das ferramentas com o planejamento logístico melhora a otimização dos processos, reduzindo desperdícios a partir de novos métodos e estratégias. Nisso, permite que as empresas se tornem eficientes, satisfazendo seus colaboradores, fornecedores e clientes finais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de técnicas de gestão, como o planejamento logístico, garante suporte às empresas para que enfrentem o mercado competitivo. Por ser uma ferramenta que busca estabelecer um apropriado nível de serviço aos clientes, é necessário que alguns fatores sejam considerados no seu desenvolvimento para que se alcance tudo aquilo que foi planejado.

Para auxiliar o desenvolvimento desse planejamento, a manufatura enxuta, por meio de sua filosofia e valores, possibilita que as empresas reduzem custos e desperdícios, aumentem a eficiência de suas operações e alcancem a satisfação total de seus clientes.

Face ao apresentado, foi proposto neste trabalho a análise da relação das ferramentas da manufatura enxuta com esse planejamento, onde essas ferramentas, além de possibilitarem a sua aplicação, permitem que as empresas reajam rapidamente às mudanças do mercado.

A pesquisa bibliográfica permitiu definir o modelo de planejamento logístico proposto por Ballou, que o divide em planejamento estratégico, tático e operacional e que procura resolver as quatro grandes áreas de problemas do triângulo de tomadas de decisões logísticas. Além do mais, foi possível identificar as principais ferramentas da manufatura enxuta que podem ser relacionadas e aplicadas para o desenvolvimento do planejamento logístico.

Com base no referencial identificado, foi possível apresentar e analisar que o planejamento logístico acrescido da manufatura enxuta permite a melhoria contínua dos processos produtivos e de toda rede logística, por meio da redução de desperdícios e eliminação de tudo aquilo que não agrega valor. Assim como a manufatura enxuta, que visa atender as necessidades dos clientes exatamente como eles desejam e no tempo certo, o planejamento logístico busca a excelência do nível de serviço aos clientes.

Para analisar a aplicabilidade das ferramentas da manufatura enxuta foi desenvolvida uma relação dessas ferramentas com os oitos desperdícios, os níveis de planejamento, os estágios do serviço ao cliente e estratégias de localização, transporte e estoque. Assim, inicialmente foi estudada a aplicação das ferramentas nas próprias metodologias, com propósito de definir em quais melhorias essas podem ser utilizadas. Nessa análise verificou-se que algumas ferramentas apresentam maior grau de aplicação por serem as mais completas, sendo

possível aplicá-las em todo os processos produtivos, não apenas em um único processo ou práticas restritas como outras ferramentas.

Em seguida foi analisada individualmente cada uma dessas ferramentas com o objetivo de realizar um planejamento eficiente. Tal análise reafirmou que a aplicabilidade das ferramentas permite que o modelo de planejamento logístico proposto neste trabalho alcance seus objetivos.

A dificuldade para desenvolver a pesquisa, foi em consequência de não conseguir encontrar artigos e estudos que relacionem as ferramentas da manufatura enxuta com o planejamento logístico ou com outro tipo de planejamento.

4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Mediante ao desenvolvimento deste estudo, foi possível sugerir algumas linhas de pesquisa para trabalhos futuros. A fim de estudar na prática as análises da relação das ferramentas da manufatura com o planejamento logístico, sugere-se a realização de um estudo de caso, acompanhando todos os processos de desenvolvimento do planejamento, aplicando as ferramentas nos níveis de planejamento estratégico, tático e operacional, bem como nas quatro grandes áreas de problema do triângulo de tomadas de decisões logísticas.

Outra sugestão para trabalhos futuros se refere na inserção de outras técnicas e ferramentas da manufatura enxuta e de gestão, que possam ser utilizadas para auxiliar no desenvolvimento do planejamento logístico, objetivando o êxito de tudo o que for planejado.

Finalmente, propõe-se que a metodologia aqui apresentada seja adotada a outros tipos de planejamentos ou problemas envolvendo aspectos semelhantes ao exposto.

REFERÊNCIAS

AGUSTIADY, T. K.; CUDNEY, E. A. **Total productive maintenance: strategies and implementation guide**. Florida: CRC Press, 2016.

ALCARAZ, J. L. G.; MACÍAS, A. A. M.; ROBLES, G. C. **Lean manufacturing in the developing world**: methodology, case studies and trends form Latin America. New York: Springer, 2014.

ANTONY, J. Six Sigma vs Lean: some perspectives from leading academics and practitioners. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 60 n. 2, p. 185-190, 2011.

ARAUJO, F. J. Aplicação da autonomação como estratégia de otimização de uma farmácia periférica: estudo de caso em um hospital de grande porte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32, Bento Gonçalves, 2012. Anais eletrônico... Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STP_157_913_21133.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2018.

ARTO, J. R. V. **Fundamentos Del Lean Manufacturing**: direccions de operaciones. Madrid: Escuela de Organizacion Industrial, 2010.

BALLOU, R, H. **Logística empresarial.** São Paulo: Atlas, 1992.

_____. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARRETO, J. M. **Análise de falhas em um processo logístico devido à falta de um controle de qualidade**. 2004, 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2004.

BLACK, J.T. **O Projeto da fábrica com futuro.** Porto Alegre: Bookman, 1998.

BRAGA, M. L. **Estudo de casos múltiplos de transporte colaborativo em distribuição urbana**. 2016, 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2016.

BULLER, L. S. **Logística empresarial.** Curitiba: IESDE, 2012.

CALARGE, F. A. et al. Evaluation of lean production system by using SAE J400 standard: case study in Brazilian and Spanish automotive component manufacturing organizations. **African Journal of Business Management**, v. 6, n. 49, p. 11839-11850, 2012.

CAMPOS, L. F. R. **Supply chain:** uma visão gerencial. Curitiba: IBPEX, 2012.

COSTA, R. D. D. **Logística integrada aplicada na redução de inventário em indústria de motores**. 2007, 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, Taubaté. 2007.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Org.). O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-41.

DOMBROWSKI, U.; MIELKE, T.; ENGEL, C. Knowledge management in lean production systems. In.: CIRP CONFERENCE ON MANUFACTURING SYSTEMS, 45, 2012, Atenas, Grécia. Anais eletrônicos… Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827112002478>. Acesso em: 04 nov. 2018.

DUARTE, A. R. S. et al. Aplicação do lean manufacturing no setor de manutenção de subconjuntos de uma mineradora de grande porte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35, 2015. Anais eletrônico… Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_226_27187.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2018.

EHRMEYER, S. S.; LAESSIG, R. H. Point-of-care testing, medical error, and patient safety: a 2007 assessment. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)**, v. 45, n. 6, p. 766-773, 2007.

FAGUNDES, L. D. Gestão da cadeia de abastecimento. Varginha: GEPOS – UNIS, 2010.

FARAHANI, R. Z.; REZAPOUR, S.; KARDAR, L. **Logistics operations and management:** concepts and models. ELSEVIER: New York, 2011.

FIGUEIREDO, O. C. **Análise de métodos e práticas lean manufacturing em uma linha de montagem de uma empresa do ramo de autopeças**. 2015, 134 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2015.

GHINATO, P. Elementos fundamentais do sistema Toyota de produção. In: ALMEIDA, A. T.; SOUZA, F. M. C. Produção e competividade: aplicações e inovações. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000. p. 31-59.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.

GOVIL, M.; PROTH, J. M. **Supply chain design and management:** strategic and tactical perspectives. California: Academic Press, 2002.

GRABAN, M. **Hospitais lean:** melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GUELBERT, M. **GEM – Gestão Estratégica da Manufatura:** proposta para integração de ferramentas na produção em médias empresas. 2008, 249 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.

HICKS, B. J. Lean information management: understanding and eliminating wast. **International Journal of Information Management**, v. 27, n. 4, p. 233 – 249, 2007.

JACOBS, F. R. **Operations and supply chain management**. New York: McGraw-Hill, 2011.

JIMÉNEZ, M. 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. **Safety Science**, v. 78, p. 163-172, 2015.

KENNEDY, F. A.; HUNTZINGER, J. **Lean accounting**: measuring and managing the value stream. Boston: Cost Management, 2005.

KLUSKA, K.; PAWLEWSKI, P. The use of simulation in the design of milk-run intralogistics systems. In.: IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, 16, 2018, Bergamo, Itália. Anais eletrônico… Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896318314381>. Acesso em: 19 nov. 2018.

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

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O modelo Toyota**: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIMA, D. D. **Um estudo da previsão de demanda da castanha de caju no comércio exterior cearense através de séries temporais multivariadas.** 2013, 60 f. Dissertação (Mestrado em Logística e Pesquisa Operacional) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2013.

LOSS, M. J. **Método para avaliação do grau de desenvolvimento de práticas lean na logística interna de empresas industriais**. 2016, 365 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2016.

MIGUEL, P. A. C. et al. **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações.** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2012.

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

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento Estratégico**. São Paulo: Atlas, 2013.

PEREIRA, B. S. **Convergência de tecnologias:** análise do impacto na eficiência do monitoramento de operações complexas de transporte do tipo milk run. 2017, 130 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento) – Faculdade de Ciências Empresariais, Universidade FUMEC, Belo Horizonte. 2017.

PINTO, J. P. **Pensamento lean:** a filosofia das organizações vencedora. Lisboa: Lidel, 2014.

POSADA, J. G. A. Estúdio de las mejores prácticas em manufactura conocidas como herramientas de produccion aplicadas em el sector metalmecânico de la cuidad de Medelin. Revista Universidad EAFIT, vol. 40, nº 133, Medelin, Colômbia, 2004. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/215/21513307.pdf>. Acesso em 25 nov. 2017.

POWELL, D. A new set of principles for pursuing the lean ideal in engineer-to-order manufacturers. In: CIRP CONFERENCE, 47, 2014, Ontario, Canadá. Anais eletrônico... Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827114004144>. Acesso em: 03 set. 2017.

RENÓ, G. W. S. **Trabalho padronizado e equipes semi autônomas:** adaptação, aplicação e análise de um modelo a partir de múltiplos casos em uma empresa do setor químico. 2014, 254 f. TESE (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, Carlos. 2014.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção lean manufacturing**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

ROSA, R. A. **Gestão logística**. Florianópolis: CAPES, 2010.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade:** as ferramentas essenciais. Curitiba: Ibpex, 2012.

SHINGO, S. **O Sistema de troca rápida de ferramentas.** Porto Alegre: Bookman, 2000.

SHINOHARA, I. **New production system:** JIT crossing industry boundaries productivity press. California: Productivity Press, 1988.

SILVA, M. L. F.; BRASIL, A. S.; ALCALDE, E. A. Planejamento logístico. **Revista Conexão**. v. 14, n. 1, p. 1257 – 1265, 2017.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos:** projeto e gestão. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2009.

SMALLEY, A. **Criando um sistema puxado nivelado:** um guia para aperfeiçoamento de sistemas lean de produção, voltado para profissionais de planejamento, operações, controle e engenharia. São Paulo: Lean Enterprise Institute, 2004.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MPT:** Manutenção produtiva total. 3º ed. São Paulo: Instituto IMAM, 2002.

TAVARES, L. **Administração moderna da manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo, 1999.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção:** teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2009.

_____. **Manufatura enxuta como estratégia de produção:** a chave para a produtividade industrial. São Paulo: Atlas, 2015.

TURBANO, V. et al. Aplicação do programa 5S em uma empresa de artefatos de couro da região metropolitana do cariri. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36, 2016, João Pessoa. Anais eletrônico... Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/tn_sto_227_328_29152.pdf >. Acesso em: 01 mai. 2018.

VILAÇA, L. L. **Proposta de metodologia de integração do planejamento tático e operacional de intervenção para manutenção de poços de petróleo com utilização de recursos críticos**. 2016, 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais) - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Fluminense, Rio das Ostas. 2016.

WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas a qualidade no gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1995.

_____. **Lean seis sigma:** introdução às ferramentas do lean manufacturing. Belo Horizonte: Werkema, 2006.

WILSON, L. **How to implement lean manufacturing**. McGraw-Hill: New York, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas:** elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

_____. **Lean thinking:** banish waste and create wealth in your corporation. New York: Free Press, 2003.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** São Paulo: Campus, 2004.