

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

VICENTE MIGUEL SINKUNAS JUNIOR

USO DO MODELO DE HÖLTZ NA AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA LOGÍSTICA
ENXUTA EM UMA MONTADORA

São Paulo

2016

VICENTE MIGUEL SINKUNAS JUNIOR

USO DO MODELO DE HÖLTZ NA AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA LOGÍSTICA
ENXUTA EM UMA MONTADORA

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

São Paulo

Dezembro/2016

S617u Sinkunas Jr., Vicente Miguel
Uso do modelo de Höltz na avaliação da maturidade da logística enxuta em uma montadora / Vicente Miguel Sinkunas Jr. – São Paulo : CEETEPS, 2016.
120f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Getúlio Kazue Akabane
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2016.

1. Logística enxuta. 2. Modelo de maturidade. 3. Eficiência em linha de montagem. I. Akabane, Getúlio Kazue. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.

VICENTE MIGUEL SINKUNAS JUNIOR

USO DO MODELO DE HÖLTZ NA AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA LOGÍSTICA
ENXUTA EM UMA MONTADORA

Prof. Dr. Getúlio Akabane
Orientador

Prof. Dr. Roberto Giro Moori
Membro Externo

Prof. Dr. Antonio César Galhardi
Membro Interno

São Paulo, 13 de dezembro de 2016

Dedico este trabalho à minha esposa, Maria Helena, e aos meus filhos, Victor e Erick, que, com enorme compreensão, aceitaram minhas ausências e os percalços no período, além de me incentivarem a prosseguir até o final.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Getúlio Akabane, pela dedicação, pelos conselhos e pelas contribuições ao desenvolvimento deste trabalho;

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Roberto Giro Moori e Prof. Dr. Antonio César Galhardi, pelas observações e sugestões a este trabalho;

Ao Prof. Dr. Florian Klug, da Escola Superior de Munique/Pasau, que gentilmente cedeu capítulos de interesse de seu livro, e ao Dr. -Ing. Norbert Höltz, que elaborou o modelo de maturidade da logística enxuta (LLMM) explorado neste trabalho;

Aos colegas da empresa pesquisada que contribuíram com dados, informações e dedicação de seu tempo, sobretudo, ao diretor de planejamento industrial, ao gerente geral da planta, ao gerente sênior da montagem, ao gerente de logística e à coordenadora do sistema de operações da unidade pesquisada;

Aos especialistas, companheiros na jornada *lean*, que dedicaram seu tempo e compartilharam seu conhecimento respondendo à pesquisa Delphi;

A todos os colegas do mestrado, que com genuína solidariedade, dividiram experiências, em um convívio de harmoniosa amizade;

A todos os professores e funcionários da unidade de pós-graduação do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

“Suponho que seja tentador, se a única
ferramenta que você tem é um martelo, tratar
tudo como se fosse um prego. ”

- Abraham Maslow

RESUMO

SINKUNAS JR., V. M. **Uso do modelo de Hölztz na avaliação da maturidade da logística enxuta em uma montadora** 120f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2016.

O cenário de customização em massa e a constante pressão por aumentos de produtividade e flexibilidade levaram a indústria automobilística a adotar sistemas de produção enxuta (SPE) e o conceito de linha de montagem compartilhada por vários modelos. Nesse contexto, a logística assume papel preponderante para atendimento da pluralidade de produtos e demandas e das frequentes melhorias nos arranjos físicos dos postos de trabalho das linhas de montagem, que exigem a reconfiguração do abastecimento de materiais e que tendem a afetar a eficiência operacional do montador. O presente trabalho tem por objetivo explorar o uso do Modelo de Maturidade da Logística Enxuta ou *Lean Logistics Maturity Model* – LLMM, desenvolvido por Hölztz (2012), em uma montadora no Brasil. O modelo LLMM é um dos primeiros na literatura científica a reunir e descrever os elementos técnicos e organizacionais usados como referência para a avaliação da maturidade de uma estrutura logística enxuta, permitindo assim identificar lacunas atuais e definir ações de melhoria alinhadas aos objetivos estratégicos do negócio e consistentes com o estágio de maturidade desejado. Desenvolveu-se neste trabalho um roteiro de avaliação que permitiu avaliar 34 dos 45 elementos do modelo LLMM, em uma pesquisa numa linha de montagem de caminhões, que mostrou que apenas 12 elementos se encontravam em um nível de aplicação anterior ao máximo, em um período de quatro anos (2012 a 2015) de operação, indicando um alto grau de maturidade. Posteriormente, realizou-se uma pesquisa de opiniões com especialistas no SPE (método Delphi) para validação de fatores pesquisados e utilização mais objetiva do modelo LLMM na indústria automobilística. O modelo LLMM mostrou-se adequado para avaliação da maturidade da logística enxuta, obtendo-se resultados coerentes com a maturidade do sistema corporativo de produção da empresa, experiente no uso do SPE. Ao final, foram propostas melhorias no uso do modelo em função das observações de campo e à sua contribuição para a eficiência do trabalho do montador.

Palavras-chave: Logística enxuta. Modelo de maturidade. Eficiência em linha de montagem.

ABSTRACT

SINKUNAS JR., V. M. **Use of the Höltz's model for the lean logistics maturity evaluation of a truck assembler** 120f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2016.

The mass customization scenario and the constant pressure for productivity and flexibility increases led the automotive industry to adopt lean production systems (LPS) and the shared assembly line concept for multimodels. In this context, the logistics takes on a leading role to meet this plurality of products and demands involving frequent improvements in the physical arrangements of the assembly line stations and in the configuration of the materials feeding principles, which tends to affect the operating performance of the assembler. This study aims to explore the Lean Logistics Maturity Model – LLMM, developed by Höltz (2012), in a Brazilian truck assembler. The LLMM model is one of the first in scientific literature to describe maturity levels of technical and organizational elements necessary as reference for the maturity assessment of an internal lean logistic structure, allowing to identify current gaps and define improvement actions aligned with the strategic business objectives and consistent with the desired future stage of maturity. By means of an assessment sheet developed in this study according to the LLMM and applied on a truck assembly line for multimodels, 34 out of 45 elements of the LLMM model were evaluated and only 12 elements were found on just one level below maximum, showing a high maturity degree of the company's logistics structure. A period of four years (2012 to 2015) of company's operation was taken into analysis. After that, it was realized a research with SPE experts' opinions (Delphi technique) in order to validate the researched factors and the objective utilization of the LLMM model for the automobile industry. The LLMM model was adequate for assessing the lean logistics maturity, obtaining results in line with the maturity of the company's corporate production system, experienced in the use of LPS. At the end, some improvements for the use of the model were proposed in function of field observations and the contribution to the work efficiency of the assembler on the assembly station.

Keywords: Lean logistics. Maturity model. Efficiency in assembly line.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos conceitos relevantes ao estudo e principais fontes de referência.....	24
Quadro 2 - Representação simplificada das atividades em estações de montagem	40
Quadro 3 - Descrição resumida dos grupos na estrutura do modelo LLMM	48
Quadro 4 - Sequência de implementação de elementos do SPE segundo Reinhart <i>et al.</i> (2013)	51
Quadro 5 - Graus de Maturidade (GM) e seus respectivos elementos fundamentais.....	53
Quadro 6 - Perfil dos respondentes do roteiro de avaliação do nível de aplicação dos elementos da LEI.....	63
Quadro 7 - Graus de maturidade para a sequência MEM proposta.....	70
Quadro 8 - Sequência MEM proposta	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Respostas das perguntas da pesquisa Delphi.....	78
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da logística enxuta interna do Modelo LLMM	17
Figura 2 - As áreas da logística enxuta interna e a delimitação do escopo de estudo	20
Figura 3 - Aspectos em estudo associados a um posto de trabalho	21
Figura 4 - Estrutura do trabalho.....	23
Figura 5 - Modelo Toyota.....	29
Figura 6 - Casa do Sistema Toyota de Produção com destaque em cinza para áreas em estudo	31
Figura 7 - Evolução da Gestão da Cadeia de Suprimentos	33
Figura 8 - Otimização sistêmica da cadeia de abastecimento pelo princípio <i>line back</i>	36
Figura 9 - Esquema de abastecimento contínuo com representação do triângulo do montador	38
Figura 10 - Esquema para abastecimento em <i>kits</i>	38
Figura 11 - Exemplos de Sistemas Corporativos de Produção e seus anos de implantação	42
Figura 12 - Estrutura da LEI com aspectos delineadores e elementos envolvidos no escopo de pesquisa	47
Figura 13 - Estrutura do modelo LLMM e seus componentes para avaliação	50
Figura 14 – Sequência de implementação segundo os GM propostos por Höltz (2012)	52
Figura 15 - Representação esquemática da linha de montagem e fluxo de abastecimento de material	55
Figura 16 - Foto ilustrativa do uso de carrinhos com <i>kits</i> de peças nas estações da linha	56
Figura 17 - Evolução dos elementos EFG e Básicos da LEI e relação com a produtividade do montador.....	64
Figura 18 - Evolução dos elementos EFLEI e relação com a produtividade do montador	64
Figura 19 - Elementos com máxima eficiência e aplicação menor do que 100%.....	65
Figura 20 - Elementos com aplicação 100% e eficiência inferior à máxima	66
Figura 21 - Aplicação média anual dos elementos comparada com a tendência de perdas produtivas	68
Figura 22 - Evolução dos esforços de implementação	69
Figura 23 - Comparação das sequências do modelo LLMM e a proposta MEM.....	72
Figura 24 - Comparação de todas as sequências abordadas no estudo.....	73
Figura 25 - Classificação dos especialistas por tempo de experiência com o SPE	76
Figura 26 - Classificação dos especialistas por tempo de experiência na indústria automobilística	76
Figura 27 - Distribuição dos especialistas por área de atuação principal.....	77

LISTA DE SIGLAS

AD	Aspectos Delineadores
CR	Características Relevantes
EF	Elemento Fundamental
EBLEI	Elementos Básicos da Logística Enxuta Interna
EFG	Elementos Fundamentais Gerais da Logística Enxuta Interna
EFLEI	Elementos Fundamentais da Logística Enxuta Interna
FIFO	<i>First in, first out</i>
GLT	<i>Grossladungsträger</i> (Embalagem grande padrão)
GM	Grau de Maturidade
JIT	<i>Just in Time</i>
KLT	<i>Kleinladungsträger</i> (Embalagem pequena padrão)
LEI	Logística Enxuta Interna
LLMM	<i>Lean Logistics Maturity Model</i>
NA	Nível de Aplicação
PMC	Processo de Melhoria Contínua
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SCP	Sistemas Corporativos de Produção
SPE	Sistema de Produção Enxuta
TI	Tecnologia da Informação
WIP	<i>Work in Process</i> (Estoque em processo)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Definição do Problema	18
1.2 Objetivo geral da pesquisa.....	19
1.3 Objetivos específicos.....	19
1.4 Delimitação do estudo	19
1.5 Estrutura do trabalho	22
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1 O Sistema de Produção Enxuta (SPE).....	25
2.2 O papel da Logística Enxuta Interna (LEI) no incremento da produtividade em linhas de montagem automotivas.....	33
2.3 Os Sistemas Corporativos de Produção (SCP) e os Modelos de Avaliação de Maturidade do SPE	41
2.4 O modelo de maturidade da logística enxuta (LLMM) de Höltz (2012)	45
3 MÉTODO DE PESQUISA.....	54
3.1 Perfil da empresa e sua logística de abastecimento de linha de montagem	54
3.2 Pré-teste do roteiro de avaliação.....	56
3.3 Fase 1 - Avaliação da maturidade da logística enxuta interna da empresa	57
3.4 Fase 2 - Validação de observações por especialistas (técnica Delphi).....	60
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4.1 Resultados do Pré-Teste	62
4.2 Resultados da Fase 1 - Pesquisa de Campo	62
4.3 Resultados da Fase 2 - Pesquisa Delphi	75
4.4 Considerações finais	86
5 CONCLUSÃO	89
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICES	97

1 INTRODUÇÃO

O mercado globalizado e altamente competitivo tem exigido da indústria automobilística a produção em larga escala de veículos que atendam aos anseios específicos de cada cliente - a chamada customização em massa (*build-to-order production*) - a custos cada vez mais baixos, prazos de entrega mais curtos e sem abrir mão da qualidade do produto (FREDRIKSSON; GADDE, 2005).

Para atender a essa demanda variável, a indústria automobilística tem se flexibilizado com a adoção do conceito de linha de montagem compartilhada por diversos tipos de veículos (*mix*) e suas diferentes versões, que podem ser montados em variadas sequências (MEIVERT; KLEVENSPARR, 2014). Essa pluralidade de produtos e demandas implica na necessidade frequente de melhorias dos arranjos físicos de estações e postos de trabalho das linhas de montagem, na reconfiguração do abastecimento de materiais e na adequação do número de operadores e do ritmo de produção, o que tende a afetar o desempenho operacional e a manutenção dos níveis de produtividade (MILLINGTON *et al.*, 1998; FREDRIKSSON, 2002). Isso se traduz em um enorme desafio para os processos logísticos.

Para fazer frente a esse cenário, as empresas automobilísticas buscam implantar técnicas provenientes do sistema de produção Toyota. Isso se deve ao reconhecido sucesso sustentado pela Toyota ao longo de anos e que fez com que o seu sistema de produção se tornasse uma referência para os chamados Sistemas de Produção Enxuta (SPE). Com o livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (WOMACK *et al.*, 1992), o SPE foi popularizado e chamou a atenção do mundo ocidental para a superioridade de desempenho do sistema produtivo dessa montadora em comparação com os sistemas em prática na Europa e nos EUA.

Hinrichsen (2003) sugere que, para alcance de resultados duradouros, há a necessidade de se adotar uma abordagem holística para o SPE, que não o restrinja somente ao ambiente produtivo e aos aspectos técnicos. Os aspectos sócio-organizacionais tornam-se igualmente relevantes, pois contribuem para a melhoria contínua do SPE e para sustentação de ganhos de eficiência ao longo do tempo.

O envolvimento da logística no SPE é essencial porque viabiliza a realização de um conceito fundamental: a operação *Just in Time* (JIT), ou seja, produzir e entregar somente o

material necessário, no tempo necessário, na quantidade necessária e utilizando-se o mínimo de recursos (CORRÊA; GIANESI, 1996). Segundo Höltz (2012), a área de logística tem se desenvolvido como coadjuvante indispensável para o sucesso do SPE.

Conceitualmente, a logística é definida como o processo de planejar, executar e controlar os procedimentos para um eficiente e eficaz transporte e armazenagem de materiais e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender aos requisitos do consumidor. Essa definição inclui o abastecimento, distribuição, logística interna e movimentações externas (CSCMP, 2010).

O foco deste trabalho está direcionado à logística interna, também conhecida como intralogística ou logística de apoio à produção (BOWERSOX, CLOSS; COOPER, 2006). A logística interna trata da operação de movimentação de materiais dentro dos ambientes físicos internos da empresa e tem como um de seus principais objetivos armazenar e manusear o menor inventário possível, capaz de atender as exigências das variadas demandas de abastecimento de materiais, respeitando o nível de serviço requerido, ou seja, respeitando a qualidade e/ou quantidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado (BOWERSOX, CLOSS; COOPER, 2006). Envolve atividades como a recepção de material (matéria-prima, componentes comprados, embalagens, etc.), armazenagem, expedição de produto acabado, abastecimento de linhas de produção, paletização, etiquetagem, entre outras.

A logística enxuta interna, por sua vez, além de ter que entregar os materiais necessários no momento certo no posto de montagem, deve ainda disponibilizá-los de maneira a facilitar a montagem e reduzir ao máximo os desperdícios relacionados ao manuseio dos mesmos pelo montador (BAUDIN, 2002). O tempo que o montador necessita para andar, procurar, alcançar e movimentar as peças é dependente, por exemplo, da distância em que as mesmas se encontram dispostas na estação de trabalho e localizadas em relação ao objeto a ser montado (KLAMPFL *et al.*, 2006; WÄNSTRÖM; MEDBO, 2009; FINNSGÅRD *et al.*, 2012).

No presente estudo explora-se o modelo de maturidade da logística enxuta interna desenvolvido por Höltz (2012) e denominado *Lean Logistics Maturity Model – LLMM*. O LLMM é um dos primeiros a reunir e descrever, sob a forma de modelo de maturidade, os elementos considerados fundamentais para a configuração de uma logística enxuta interna. Esses elementos são apresentados como uma estrutura técnica e organizacional completa e adequada ao funcionamento dentro de um sistema de produção enxuta (SPE).

A Figura 1 introduz de forma esquemática a estrutura do modelo LLMM.

Figura 1 - Estrutura da logística enxuta interna do Modelo LLMM

GRUPO	Grupo de Elementos Fundamentais Gerais (EFG)				Grupo de Elementos Básicos da LEI (EBLEI)	Grupo de Elementos Fundamentais da LEI (EFLEI)				
ASPECTOS DELINEADORES	Configuração de Processos	Envolvimento dos Colaboradores	Definição de Metas	Configuração da Transformação <i>Lean</i>		Configuração do Posto de Trabalho	Configuração da Chamada de Materiais	Configuração da Disposição de Materiais	Configuração do Transporte Interno	Configuração Transbordos e Armazenagem Internos
ELEMENTOS FUNDAMENTAIS	2	6	3	5	3	6	4	5	5	6
	Total de 16 elementos				Total de 3 elementos	Total de 15 elementos			11 Elementos fora do escopo do trabalho	

Fonte: (adaptado de Höltz, 2012).

A estrutura é composta por três grupos, que se dividem em aspectos delineadores, que abrigam um total de 45 elementos fundamentais, dos quais 34 elementos no escopo em estudo: um grupo abrange os elementos fundamentais gerais ligados aos aspectos sócio-organizacionais intrínsecos ao SPE; um grupo compreende os elementos básicos, primordiais para o funcionamento da logística enxuta interna e um grupo incorpora os elementos técnicos fundamentais específicos da logística enxuta interna.

Como propósito deste trabalho, explorou-se o uso do modelo LLMM de Höltz (2012) na avaliação da maturidade da logística enxuta em uma montadora. Em conformidade com o modelo LLMM desenvolveu-se um roteiro de avaliação (Apêndices I e II), com o objetivo de medir o nível de aplicação (enquadramento às características relevantes definidas no modelo LLMM) de cada elemento da logística enxuta interna no abastecimento de materiais à linha de montagem. Aplicou-se o roteiro em uma pesquisa de campo em uma empresa multinacional, que opera há mais de duas décadas um SPE para a montagem de caminhões, contemplando-se um período de análise de quatro anos de operação (2012 a 2015). Verificou-se também o modelo de implementação dos elementos da logística enxuta interna adotado pela empresa, que seguiu o seu sistema corporativo de produção e suas decisões estratégicas ao longo do período analisado. Devido à atuação da empresa em um mercado competitivo, foi firmado um acordo de confidencialidade a fim de garantir o seu anonimato. Realizou-se ainda uma análise comparativa entre a aplicação do modelo LLMM e a implementação realizada pela empresa, que serviu de base para propostas de adequações do modelo, com especial enfoque à melhoria

da eficiência do trabalho do montador no posto de montagem. Após a análise dos resultados obtidos, conduziu-se uma validação dos resultados por meio de uma pesquisa com especialistas em SPE pela técnica Delphi.

1.1 Definição do Problema

A logística da indústria automobilística enfrenta desafios crescentes para continuar atuando de forma competitiva no cenário de customização em massa, que exige lidar com variada gama de demandas de produtos em suas variadas versões. A indústria automobilística procura soluções para esses desafios na implementação e aperfeiçoamento da logística incorporada nos sistemas de produção enxuta (SPE) e na melhoria contínua dos arranjos físicos das linhas de montagem e seus postos de trabalho, o que implica na frequente reconfiguração do abastecimento, disposição e manuseio de materiais, os quais, por sua vez, tendem a afetar a eficiência operacional do montador. Neste contexto, torna-se necessário identificar em quais deficiências se trabalhar, de forma sistemática, a fim de se assegurar a eficiência e o desenvolvimento da logística, preferencialmente com alinhamento aos objetivos estratégicos de negócio – como por exemplo, o aumento da produtividade da montagem - e ao nível de maturidade desejado para a estrutura logística, definindo-se assim ações eficazes de melhoria. Para enfrentar esse problema, um modelo de maturidade torna-se um instrumento de referência, que estabelece uma evolução progressiva da maturidade de cada elemento, que compõe a estrutura organizacional e de processos logísticos.

Diante do exposto, este trabalho propõe-se a explorar como o modelo de maturidade da logística enxuta (LLMM) desenvolvido por Höltz (2012) pode orientar o desenvolvimento sistemático da logística enxuta interna, dada a complexidade de um SPE, que abrange as complexas interações entre tecnologias, processos e pessoas, e se esse modelo é aplicável em uma linha de montagem no Brasil. Além disso, aborda-se como o modelo LLMM pode contribuir com os sistemas e métodos existentes na empresa para direcionamento de ações de desenvolvimento da logística enxuta interna. Adicionalmente, pretende-se identificar quais adequações podem ser feitas no modelo LLMM, de forma a relacioná-lo com a eficiência do trabalho do montador no manuseio de materiais em seu posto de trabalho.

1.2 Objetivo geral da pesquisa

Explorar o uso do modelo de maturidade da logística enxuta interna (LLMM) de Hölitz (2012) na logística de abastecimento de material de uma linha de montagem de caminhões no Brasil.

1.3 Objetivos específicos

- 1) Aplicar o modelo LLMM para avaliação da maturidade da logística enxuta interna de abastecimento de material à linha de montagem da empresa no Brasil.
- 2) Verificar o modelo de implementação da logística enxuta interna adotado pela empresa.
- 3) Contrapor o modelo LLMM e o modelo adotado pela empresa.
- 4) Propor adequações do modelo LLMM em função das observações de campo, especialmente com relação à melhoria da eficiência do trabalho do montador.

1.4 Delimitação do estudo

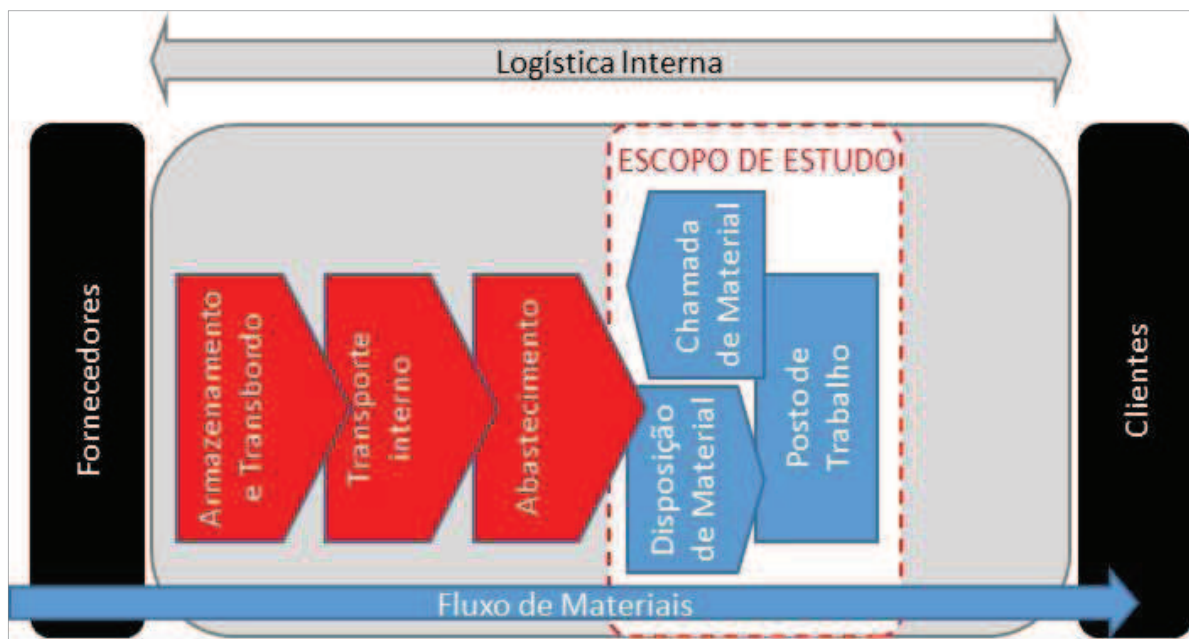
A fim de se explorar o uso do modelo LLMM sob o enfoque mais específico de sua relação com a melhoria da eficiência do trabalho do montador, delimitou-se o escopo de estudo às áreas da logística enxuta interna, conforme abaixo, que mais se relacionam com o manuseio de materiais de montagem no posto de trabalho.

O roteiro de avaliação dos elementos do modelo LLMM, utilizado na pesquisa de campo, foi adequado ao mesmo escopo de estudo, concentrando assim o foco de análise e

facilitando-se a aplicação do mesmo, com a diminuição do número de elementos do modelo a se avaliar (de um total de 45 para 34 elementos fundamentais no escopo em estudo).

A Figura 2 mostra as áreas de atuação da logística enxuta interna em uma operação típica de abastecimento de linha de montagem de uma indústria automobilística, conforme Klug (2010), e que foram utilizadas por Höltz (2012) na concepção de seu modelo LLMM.

Figura 2 - As áreas da logística enxuta interna e a delimitação do escopo de estudo



Fonte: (adaptado de Klug, 2010, p. 255).

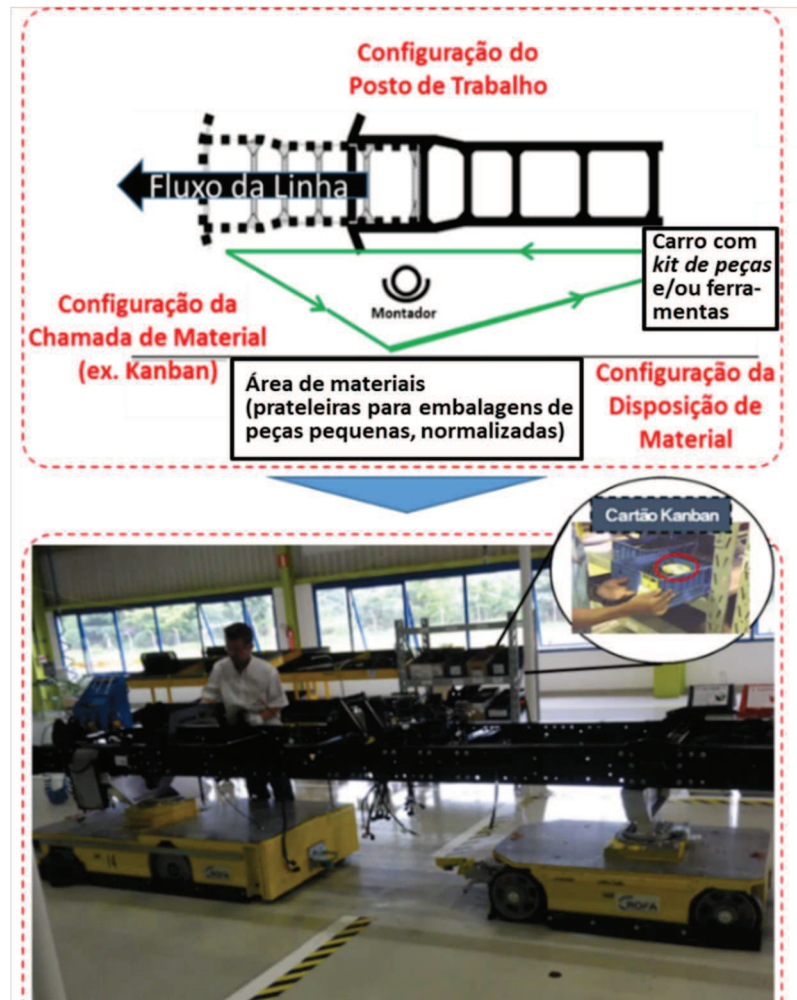
Estuda-se, portanto, a:

- (a) configuração do posto de montagem;
- (b) configuração da chamada de materiais;
- (c) configuração da disposição de materiais no posto.

Dessa forma, não são envolvidas as demais áreas da logística enxuta interna que focam os aspectos da gestão de fornecedores e atividades de transporte, transbordo e armazenamento de materiais, e que se encontram mais distantes do posto de trabalho.

A Figura 3 ilustra o escopo de estudo em um posto de trabalho da linha de montagem de caminhões pesquisada.

Figura 3 - Aspectos em estudo associados a um posto de trabalho



Fonte: Do autor.

A delimitação do escopo utilizada está alinhada com o conceito de otimização denominado “*line back*”, ou “de dentro para fora” (KLUG, 2010). Segundo esse princípio, as ações de melhoria de um SPE devem se iniciar a partir do posto de montagem e depois seguirem pela cadeia de processos de agregação de valor, sucessivamente, em direção aos fornecedores externos, gerando aumento progressivo da produtividade do sistema de trabalho. O conceito de otimização “*line back*” é abordado em maior profundidade no item 2.2 deste trabalho.

1.5 Estrutura do trabalho

Esta pesquisa está dividida em seis capítulos, comentados a seguir.

No capítulo de Introdução apresenta-se o tema e a justificativa desta pesquisa, descrevendo-se os principais desafios encontrados pelas empresas automobilísticas dentro do contexto competitivo atual. Identificam-se ainda as perguntas básicas a serem respondidas dentro do problema de pesquisa formulado e o objetivo geral e os objetivos específicos definidos. Por fim, apresenta-se a estrutura geral da dissertação e a delimitação do estudo desta pesquisa, identificando-se o que está fora do escopo de pesquisa.

No capítulo de Fundamentação Teórica apresentam-se os temas relevantes para compreensão dos conceitos utilizados nesta pesquisa e para orientação ao atingimento dos objetivos de pesquisa relacionados ao problema pesquisado. Destaca-se a explicação do sistema de produção enxuta (SPE) e da complexidade do estabelecimento de um sistema técnico e organizacional equilibrado, que inclui a logística enxuta e sua contribuição ao incremento da produtividade de linhas de montagem. Expõe-se ainda como as empresas automobilísticas configuram seus sistemas corporativos de produção baseados no SPE e apresenta-se ao final o modelo adotado neste trabalho para avaliação da maturidade da logística enxuta interna.

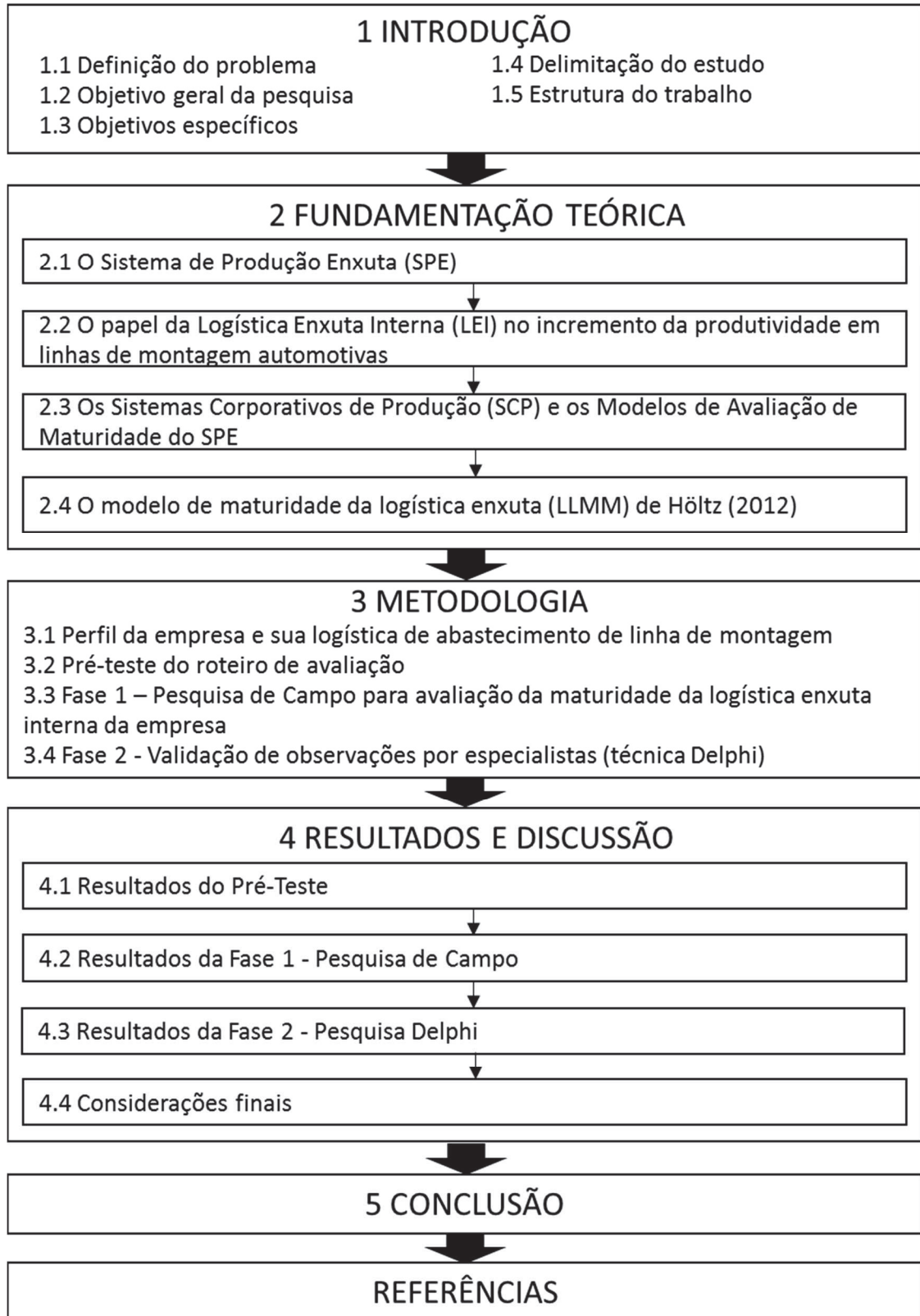
No capítulo de Metodologia apresentam-se os métodos de pesquisa empregados e a descrição da empresa e da linha de montagem onde se realizou a pesquisa de campo. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, que observou as definições de SAMPIERI *et al.* (2006), e desenvolveu-se em duas fases: a Fase 1 envolveu a aplicação do roteiro de avaliação, estruturado conforme o modelo LLMM, a coleta e a análise dos dados de campo e a Fase 2 tratou de validar as divergências e relações menos evidentes obtidas no estudo e a realidade das empresas automobilísticas, através da pesquisa de opiniões de especialistas segundo a técnica Delphi.

No capítulo seguinte discutem-se os resultados obtidos. Os resultados do pré-teste de adequação do roteiro de avaliação, os resultados da Fase 1 da pesquisa, que avaliou a evolução da maturidade dos elementos do modelo LLMM na empresa e os resultados da Fase 2, com a aplicação dos questionários Delphi aos especialistas.

Com o capítulo de Conclusões encerra-se o trabalho com as conclusões obtidas das análises dos resultados obtidos e atendimento aos objetivos gerais e específicos. Propõe-se ainda sugestões para trabalhos futuros, complementares a esta pesquisa.

A Figura 4 descreve a estrutura do trabalho em suas partes e respectivos tópicos de conteúdo.

Figura 4 - Estrutura do trabalho



2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo estabelece as bases conceituais teóricas necessárias aos objetivos do estudo. Inicia-se tratando o sistema de produção enxuta (SPE) sob os prismas técnico, social, organizacional e estratégico. A seguir descreve-se a logística enxuta interna (LEI) e seu papel no incremento da produtividade do montador. Os sistemas corporativos de produção (SCP) são abordados de forma a se entender o SCP da empresa pesquisada e sua utilização. Por fim, descreve-se o modelo LLMM de Höltz (2012), em estudo nesta pesquisa como instrumento de avaliação da maturidade da logística enxuta interna.

O Quadro 1 apresenta os principais conceitos relevantes às questões de pesquisa e relaciona-os com os itens deste capítulo e com as principais fontes de referência.

Quadro 1 - Resumo dos conceitos relevantes ao estudo e principais fontes de referência

Item	2.1	2.2	2.3	2.4	Principais fontes/ referências
Conceitos relevantes às questões de pesquisa e ao entendimento do modelo (LLMM)	O Sistema de Produção Enxuta (SPE)	O papel da "LEI" no incremento da produtividade de linhas de montagem automotivas	Os Sistemas Corporativos de Produção (SCP) e os Modelos de Avaliação de Maturidade do SPE	O modelo de maturidade da logística enxuta (LLMM) de Höltz (2012)	
Complexidade do SPE e suas interações entre processos e pessoas	X			X	Liker (2005) Womack e Jones (2004)
Foco em processos e interações entre áreas	X			X	Liker (2005); Höltz (2012)
Envolvimento dos colaboradores e lideranças	X			X	Liker (2005); Höltz (2012)
Metas definidas, compartilhadas e incentivadas	X			X	Liker (2005); Höltz (2012)
Transformação <i>Lean</i> (integração estratégica, melhoria contínua)	X			X	Liker (2005); Höltz (2012)
Nivelamento (<i>Heijunka</i>) nos sistemas produtivos e logísticos				X	Höltz (2012)
Configuração de produtos adequada aos requisitos logísticos				X	Höltz (2012)
Conceito de planejamento e otimizações <i>Line Back</i> (de dentro para fora)		X		X	Höltz (2012) Klug (2010)
Configuração do posto de montagem		X		X	Höltz (2012)
Configuração da chamada de materiais				X	Höltz (2012)
Configuração da disposição de materiais no posto		X		X	Höltz (2012)
A logística enxuta de abastecimento de linhas de montagem		X			Corakci (2009) Baudin (2004)
Melhoria da eficiência do trabalho do montador pela logística enxuta		X			Finnsgård (2012) Boysen <i>et al.</i> (2008)
Implementação e desenvolvimento do SPE nas empresas			X		Luz e Sellitto (2014) Miyake e Nakano (2007)

Fonte: Do autor.

2.1 O Sistema de Produção Enxuta (SPE)

O termo “produção enxuta” (*lean production*) foi cunhado por John Krafcik, pesquisador do *International Motor Vehicle Programme* (IMVP) do *Massachusetts Institute of Technology* – MIT, em 1988, para se referir ao sistema de produção da Toyota, o TPS ou *Toyota Production System* (KRAFCIK, 1988). A característica “enxuta” denota um sistema de produção isento de desperdícios, que busca incessantemente a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto ou serviço sob a ótica do cliente (WOMACK *et al.*, 1992).

Inicialmente, o Sistema de Produção Enxuta (SPE) foi interpretado como um desenvolvimento do Fordismo, uma vez que adota, entre outros princípios, a linha de montagem em série e a padronização do trabalho. Entretanto, o modelo de Ford, pressupunha um ambiente estável, produtos com poucas mudanças ao longo do tempo e previsibilidade das ações humanas (WOOD JR., 1992). Esse ambiente é bem diferente do atualmente enfrentado pela indústria automobilística em termos de exigências por produtividade, flexibilidade e valorização do talento dos colaboradores, e que é apoiado pelo SPE, como se aborda neste item do trabalho.

O SPE pode ser descrito em diferentes níveis de abstração: como filosofia, reunião de princípios ou conjunto de práticas (ČIARNIENĖ; VIENAŽINDIENĖ, 2012). A versão dominante na literatura é, todavia, a de descrever o SPE como um conjunto de práticas e ferramentas utilizadas na eliminação do desperdício, muito embora os pesquisadores não entrem em consenso sobre a quantidade exata de práticas (SHAH; WARD, 2003).

Outras definições relevantes para este estudo são as seguintes:

Para Liker e Convis (2012) o SPE é a busca incessante de um estado ideal, livre de desperdícios e com forte participação dos empregados.

Slack *et al.* (2009) definem o SPE como uma filosofia de manufatura e um conjunto de ferramentas e de técnicas. Como filosofia possibilita uma visão clara para guiar as ações dos gerentes de produção na execução de diferentes atividades em diferentes contextos. Ao mesmo tempo, é uma coleção de ferramentas e técnicas, as quais fornecem as condições operacionais necessárias para suportar essa filosofia.

Shah e Ward (2007) definem o SPE como um sistema sóciotécnico integrado, cuja finalidade primária é eliminar desperdícios pela concomitante minimização da variabilidade interna, de fornecedores e de clientes. Um sistema sóciotécnico abrange as complexas

interações entre as tecnologias e as pessoas, assim como suas implicações psicológicas e culturais. Seu objetivo é integrar, alinhar e otimizar os sistemas sociais e técnicos do trabalho para que se atinjam altos níveis de produtividade e eficácia. (TRIST, 1981).

Womack e Jones (2004) resumem que o SPE persegue a significativa redução de desperdícios ao longo da cadeia de valor, que leva ao aumento da produtividade, redução de custos e consequente aumento da competitividade.

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

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

2) Mapear o fluxo de valor: levantar todos os passos necessários para produzir o produto ou serviço e identificar o que agrega valor e o que gera desperdícios. O que não agrega valor, acarreta em custo;

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

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

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

O SPE persegue a utilização dos cinco princípios para eliminar os desperdícios e minimizar perdas, buscando atingir ou mesmo superar as expectativas dos clientes, gerando produtos a um menor custo e sem prejuízo da qualidade (HINES; TAYLOR, 2000).

A palavra “desperdício” possui significado especial dentro do SPE. Ohno (1997), considerado o mentor do sistema na Toyota e criador do Sistema *Kanban*, classificou os

desperdícios em 7 tipos. A seguir, uma breve descrição dos mesmos, seguida de exemplos da área de logística:

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

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

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

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

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

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

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

Há ainda um oitavo e importante desperdício, acrescentado posteriormente e relacionado às pessoas envolvidas no SPE; trata-se do não aproveitamento do talento e da

criatividade dos funcionários, por não se escutar suas ideias ou não os envolver em processos de melhorias e oportunidades de aprendizado (LIKER, 2005, p. 48).

Coelho *et al.* (2007) destacam que, sob a ótica de um sistema de produção industrial, quanto mais incertezas estiverem envolvidas nas atividades, mais informações necessitam ser processadas pelas pessoas. Lidar com elevados níveis de incertezas exige, portanto, uma maior capacitação dos níveis operacionais para lidar tanto com procedimentos padronizados, como com situações especiais. Isso torna importante a relação entre o nível de autonomia dos indivíduos e o nível de padronização das tarefas executadas na organização. O nível de autonomia e o nível de padronização das tarefas são fortes características do SPE. Segundo os autores, a tendência é que se propicie um sistema organizacional, em que alguns processos se desenvolvam no sentido da máxima padronização e redução da variabilidade e, outros processos lidem com as eventuais incertezas e se incentive o desenvolvimento das competências individuais e coletivas para aumento da delegação de decisões aos colaboradores da produção.

De acordo com Modig e Åhlström (2011), existem duas visões acerca do SPE e que têm causado problemas de seu entendimento teórico e prático. Uma dessas visões é mais ligada ao sistema técnico, definida pelos autores como “SM-*Lean*” (de *Scientific Management*) ou *lean* baseado na administração científica. A outra visão é mais ligada ao sistema social, denominada “H-*Lean*” (de *Human*) ou *lean* com base no ser humano. As duas visões teriam se misturado provavelmente em função de traduções do termo *lean production* por pesquisadores americanos, desenvolvidas a partir de traduções de diferentes contextos do original japonês. No H-*Lean*, as organizações e os empregados têm a responsabilidade de integrar o desenvolvimento de melhorias em seu trabalho diário, o que contribui para a incorporação da forma de pensar *lean* (*lean thinking*), e sustentação das ações desenvolvidas. As várias iterações ocorridas entre os sistemas levam às mudanças, em uma espiral crescente de melhorias nos sistemas social e técnico.

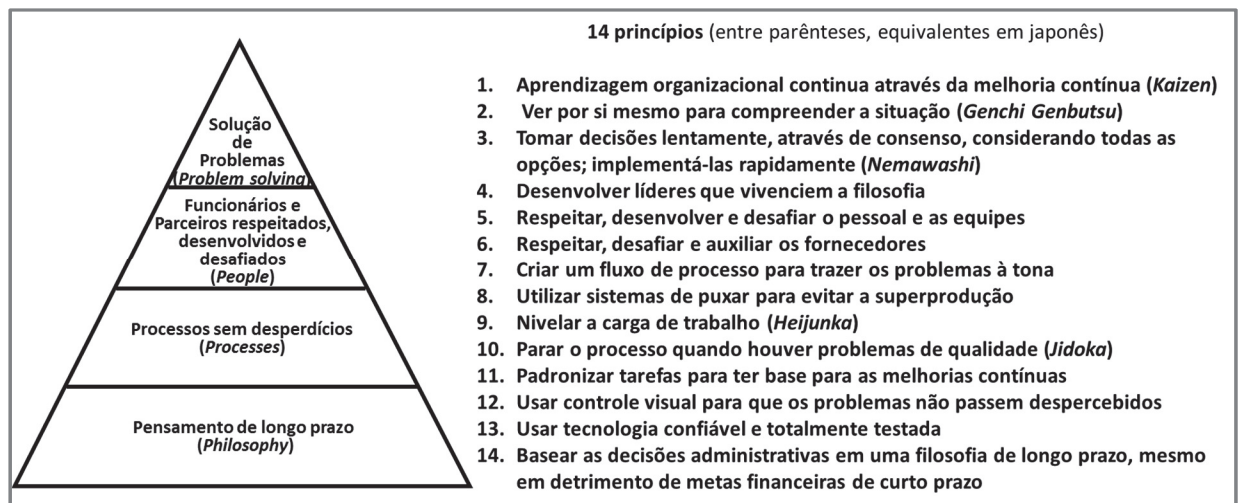
Em 2001, a Toyota resumizou, pela primeira vez, sua filosofia, conjunto de princípios, comportamentos e seus ideais de manufatura, naquilo que ela denominou “*The Toyota Way*“, em português, conhecido como “Modelo Toyota”. O Modelo Toyota pode ser resumido como “um sistema desenhado para prover as ferramentas para que as pessoas continuamente desenvolvam o seu trabalho” (LIKER, 2005), o qual norteia a abordagem gerencial e o seu sistema de produção.

Liker (2005) explica a essência do Modelo Toyota da seguinte forma:

A chave para o Modelo Toyota é o que a faz se sobressair, não é nenhum dos elementos individuais. O importante é ter todos os elementos reunidos como um sistema. Eles devem ser postos em prática todos os dias de uma maneira muito sistemática – não isoladamente. (LIKER, 2005, p. xix)

O Modelo Toyota é formado por quatro camadas conhecidas como “4Ps” (do inglês, *Philosophy, Processes, People e Problem solving*) e representadas em forma piramidal. Liker (2005) associa 14 princípios ao modelo que ele considera os alicerces do SPE, como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Modelo Toyota



Fonte: (adaptado de Liker, 2005, p.26).

A base da pirâmide é a filosofia ou “Pensamento de longo prazo”; acima vem os “Processos sem desperdícios” (ou enxutos) - “o processo certo irá produzir os resultados certos” - na sequência, as “Pessoas” - “agregar valor à organização pelo desenvolvimento das pessoas”, sejam elas, os funcionários, fornecedores, parceiros ou os clientes (internos e externos) e no topo a “Solução de Problemas” - “resolver continuamente os problemas fundamentais direciona o aprendizado organizacional”.

A maioria das empresas tem se concentrado na camada relativa ao “Processo” e na eliminação de desperdícios, utilizando-se para isso das ferramentas do SPE, como o *kanban*, *poka yoke*, trabalho padronizado e outras mais. Negligenciam-se assim as outras camadas do Modelo Toyota, julgando que “a livre escolha dentro da caixa de ferramentas *lean* implica em se ter implementado um SPE” (ORR, 2005). Com isso, o que se consegue na maior parte das vezes é uma solução temporária, que não elimina a causa-raiz dos problemas e que, cumulativamente, leva ao descrédito e descontinuidade do SPE (LIKER, 2005).

Dentro do contexto do Modelo Toyota, Liker (2005) reforça a necessidade da estratégia de longo prazo, processos estáveis e padronizados, boa relação com fornecedores e parceiros e uma organização de aprendizagem com foco na solução de problemas como fatores críticos. A base para um sucesso duradouro depende da capacidade dos líderes da empresa em apoiar a construção de uma organização de aprendizagem colaborativa, com utilização do potencial humano e aperfeiçoamento contínuo de todos os processos.

Outro aspecto importante de um SPE é o seu alinhamento à estratégia empresarial. Hines, Holweg e Rich (2004) afirmam que a falta de perspectiva estratégica leva à falta de sustentabilidade nas implantações do SPE, pois muitas vezes as discussões sobre o mesmo ficam restritas ao âmbito das técnicas e ferramentas, criando uma lacuna frente às decisões estratégicas da empresa. Ainda, Stewart e Raman (2007) destacam que, “dentro da visão estratégica da Toyota, uma vez comunicada a direção que a empresa deve seguir, os funcionários devem fazer o que for necessário para se chegar aos objetivos traçados e tomam as pequenas decisões que, cumulativamente, levam às grandes mudanças”.

Pelo exposto, pode-se reconhecer que a efetividade e a sustentação de um SPE apoiam-se em objetivos estratégicos e processos claramente definidos, como modelo organizacional de trabalho. Aliado a isso, o SPE depende essencialmente de pessoas, tanto do nível gerencial como do nível operacional, pois são elas que, como hábeis pensadoras e solucionadoras de problemas, garantem o desempenho do sistema de melhorias alinhado ao crescimento empresarial planejado (LIKER, 2005).

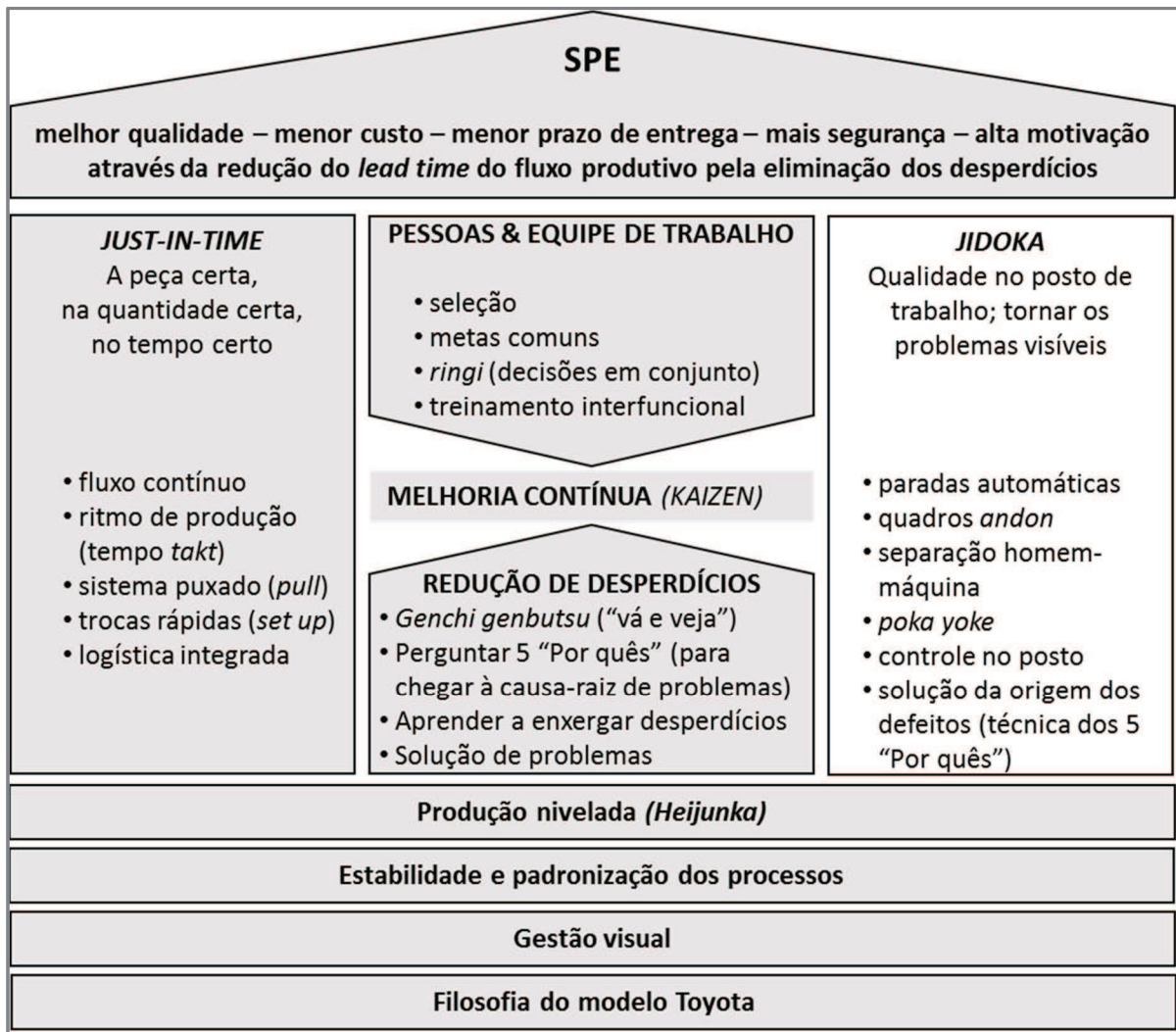
Uma percepção equivocada sobre o SPE é a de que esse apenas se refira à produção propriamente dita, talvez por causa de suas origens na manufatura. O SPE engloba também os sistemas de negócios e as demais operações, de modo a se atender as necessidades dos clientes da forma mais eficiente e eficaz possível.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

A estrutura do SPE e seus componentes explicitam a cooperação necessária entre as áreas envolvidas, assim, Liker (2005) apresenta a estrutura do SPE na forma de uma casa, conhecida como a “Casa do Sistema Toyota de Produção”. Como na construção civil, a Toyota projetou a sua casa da base para o topo, sendo fundamentais os pilares para a sustentação de toda a estrutura. A base inclui diversas práticas e conceitos que conferem a necessária estabili-

dade ao sistema. Os dois pilares de sustentação do sistema são: o *Just in Time* (JIT) e a Autonomia (*Jidoka*). O telhado da casa abriga o que todas as empresas procuram com a implantação do SPE: a redução dos custos e prazos, com a melhor qualidade dos seus produtos.

A “Casa do Sistema Toyota de Produção” (Figura 6) apresenta as principais ferramentas do SPE, contidas em cada componente.

Figura 6 - Casa do Sistema Toyota de Produção com destaque em cinza para áreas em estudo



Fonte: (adaptado de Liker, 2005, p.51).

Enquanto o pilar *Jidoka* (em português, “Autonomia”, ou “automação com toque humano”) corresponde à sustentação da qualidade, o pilar *JIT* (*Just in Time*) se relaciona com a sustentação da logística. A logística é um dos principais aspectos para o funcionamento do SPE (SHINGO, 1996; WOMACK; JONES, 2004).

Na produção *Just in Time* em uma linha de montagem, as peças previstas para um determinado posto de trabalho chegam no momento em que são necessárias e na quantidade adequada, denotando um abastecimento de materiais “puxado”, em oposição ao “empurrado”.

Corrêa e Giancesi (1996) afirmam que o sistema puxado de produção, ou seja, a partir da demanda do cliente são produzidos a cada estágio produtivo somente os itens necessários, nas quantidades e momento necessários. Esse sistema ficou conhecido no ocidente como método *Kanban*, nome dado também aos cartões que são usados para autorizar a produção e a movimentação de itens em todo o processo produtivo.

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

Althoff (2009) reforça que a aplicação de conceitos isolados do SPE não contribui para uma otimização sistêmica, pelo contrário, pode até mesmo prejudicar o desempenho operacional global. A implantação de ferramentas e métodos enxutos nos processos produtivos tem reflexo em processos anteriores e posteriores, como os processos da logística. Tornar a manufatura mais enxuta a fim de aumentar a produtividade, implica em elevar os requisitos para os processos logísticos (GÜNTNER *et al.*, 2011). Por exemplo, a redução nos tamanhos de lotes para abastecimento da linha de montagem requer reposições mais confiáveis e com maior frequência, o que implica em aumento de tempos, custos e ajustes em processos de coleta, sequenciamento e transporte (WANNENWETSCH, 2010).

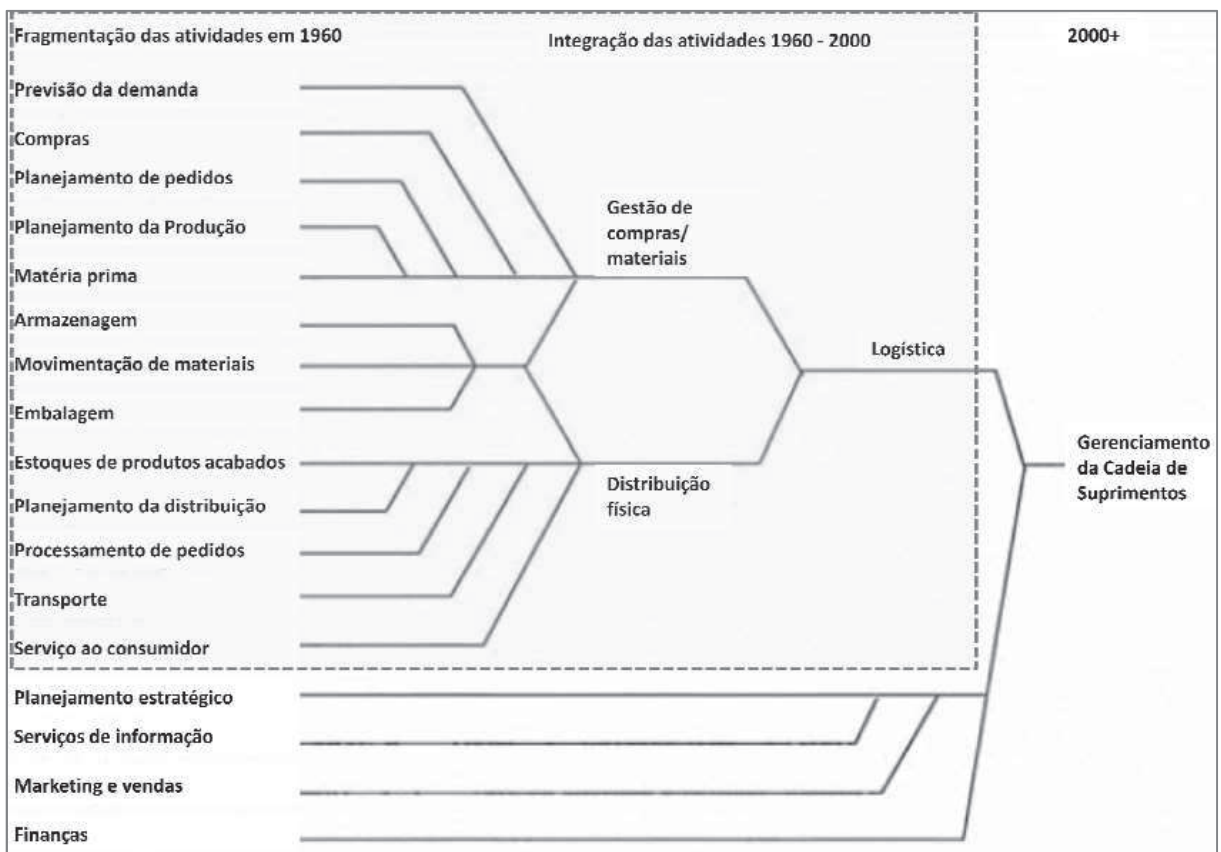
Com base no exposto neste item do trabalho, percebe-se que configurar uma logística enxuta interna, com todos os elementos necessários para atender aos requisitos de funcionamento e às complexas interações entre as tecnologias, processos e pessoas de um SPE, não é uma tarefa simples. Por esse motivo, Höltz (2012) estruturou seu modelo LLMM em três grupos, sendo um deles exclusivamente dedicado aos aspectos delineadores e seus respectivos elementos (gerais), ligados aos aspectos sócio-organizacionais necessários ao SPE.

O SPE tem como pressuposto o aumento da produtividade, isto é, fazer mais com menos recursos e suprimir fontes de desperdícios ao longo da cadeia de agregação de valor (SHAH; WARD, 2003). Sob esse aspecto, a logística enxuta assume sua parcela de contribuição para o aumento da produtividade com a redução de desperdícios ligados ao manuseio de materiais dentro da cadeia de suprimentos. Essa contribuição será abordada no item seguinte desta pesquisa.

2.2 O papel da Logística Enxuta Interna (LEI) no incremento da produtividade em linhas de montagem automotivas

A Figura 7 apresenta a evolução histórica da logística na qual se nota que, até por volta de 1960, perdura uma fragmentação das atividades que atualmente compreendem a logística. A partir desse período, inicia-se um processo de integração das atividades. O conceito de logística está representado pela área destacada com uma linha pontilhada na Figura 8. A partir de 2000, percebe-se a integração da logística com as demais atividades constantes da Figura 8, que resulta no conceito da gestão da cadeia de suprimentos.

Figura 7 - Evolução da Gestão da Cadeia de Suprimentos



Fonte: (Follmann, 2012, p.45; adaptado de Ballou, 2007, p.5).

O *Council of Supply Chain Management and Professionals* (CSCMP), que é uma associação de classe norte-americana dedicada aos temas ligados à gestão da cadeia de suprimentos, separa os conceitos de logística e de gestão logística.

Segundo o CSCMP, a definição de logística é:

O processo de planejar, executar e controlar os procedimentos para um eficiente e eficaz transporte e armazenagem de produtos e informações relacionadas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender aos requisitos do consumidor. Esta definição inclui abastecimento, distribuição, logística interna e movimentações externas (CSCMP, 2010).

Já a gestão logística é definida como:

A parte da cadeia de suprimentos na qual se planeja, executa e controla o fluxo normal e reverso, a estocagem de bens, serviços e informações relacionadas, entre o ponto de origem e o ponto de consumo, com eficiência e eficácia, visando atender aos requisitos dos consumidores (CSCMP, 2010).

A gestão logística remete à necessidade da logística estar alinhada com a estratégia empresarial, tanto nos aspectos de agregação de valor ao cliente (consumidores), como no que se refere aos acionistas (FOLLMANN, 2012).

A estrutura organizacional da logística tem que estar inserida no contexto corporativo de forma claramente definida, para que ela possa assumir a responsabilidade pela agregação de valor ao cliente e necessita contar com um corpo técnico, com formação, conhecimento, experiência e habilidade para conduzir a execução e o aprimoramento da logística (FOLLMANN, 2012).

Pela definição de logística percebe-se que sua essência está ligada a uma visão sistêmica e holística. A adição de valor inicia-se no suprimento, passa pela logística interna até chegar à distribuição, impactando os custos e nível de serviço. Na prática, uma das formas tradicionais de se estudar a estrutura de processos da logística é dividindo-a justamente em logística de suprimento, logística interna (ou de apoio à produção) e logística de distribuição. Cada uma destas etapas é composta por atividades que envolvem o transporte e movimentação, armazenagem, gestão de estoques e processamento de informações (BOWERSOX; CLOPPER, 2007).

A logística interna abastece as linhas de acordo com o planejado (quando, quanto e como) pela área de planejamento e controle da produção (PCP), e se utiliza de sistemas de informação, ordens de produção, gestão visual, pulmões, etc. para que seja possível acompanhar a execução do programa de produção, a falta ou o excesso de materiais para a linha de produção, a identificação de possíveis atrasos, entre outras atividades (FOLLMANN, 2012). Apesar de não participarem diretamente do processamento do produto, as atividades da logística interna

possuem grande relevância econômica, pois podem representar entre 20% e 50% dos custos operacionais e alcançar 60% do tempo de ciclo operacional (WOMACK *et al.*, 1992; BEACH *et al.*, 2000; ANTUNES, 2012; DAI; LEE, 2012).

No presente trabalho, torna-se importante compreender o papel da logística dentro do SPE. A chamada logística enxuta resulta da interrelação entre a logística e o SPE, na qual a logística atua como elo do sistema produtivo com toda a cadeia de suprimento de materiais (HÖLTZ, 2012).

O conceito de logística enxuta implica em uma logística sincronizada, orientada ao fluxo e ao ritmo de demanda, acionada pelas reais necessidades do cliente e marcada por atividades estáveis e aperfeiçoadas quanto aos seus tempos de execução, o que possibilita a alta produtividade de um SPE (KLUG, 2010).

Klug (2008) compara a implementação de um SPE com e sem a integração da logística enxuta, e sugere que, sem melhoria do sistema logístico com elementos fundamentais para uma logística enxuta, gera-se pior performance e maiores custos operacionais logísticos, tendendo a afetar a eficiência e os volumes da produção. A integração de elementos da logística enxuta, na área e nos processos da logística, inicia-se normalmente no ambiente interno à empresa e expande-se com o envolvimento de toda a cadeia de suprimento. Com a obtenção de processos logísticos enxutos, estáveis e maduros atinge-se o melhor desempenho e os menores custos na operação integrada com a produção. Conforme Schulte (2009), a performance da logística é basicamente determinada pelo tempo, confiabilidade, flexibilidade e qualidade da entrega e capacidade de informação.

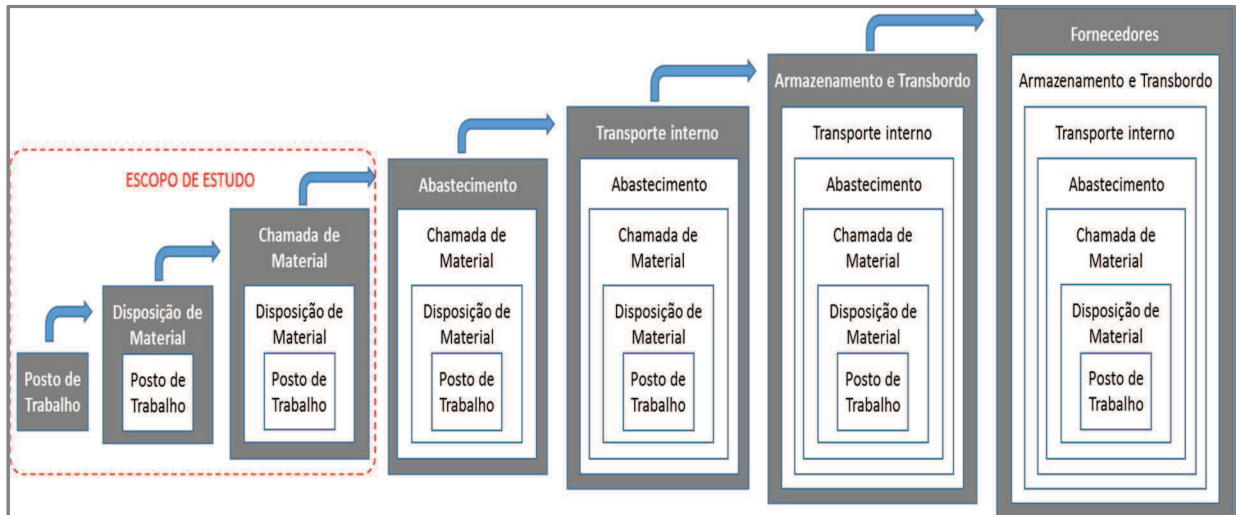
Neste trabalho, adotou-se a classificação de Klug (2010) para a logística enxuta interna, que a divide em cinco principais áreas: (a) posto de trabalho, (b) chamada (para reabastecimento) de materiais, (c) disposição de materiais no posto, (d) transporte interno e (e) transbordo e armazenamento internos, conforme ilustrado na Figura 2. Os elementos fundamentais que compõem a logística enxuta interna são descritos no modelo de maturidade LLMM, que será tratado no item 2.4.

A logística enxuta de abastecimento de materiais contribui para o incremento da eficiência operacional de linhas de montagem automobilísticas pela redução contínua de desperdícios ao longo da cadeia de valor (WOMACK *et al.*, 1992; BAUDIN 2002; KLUG, 2010). As otimizações dentro de um SPE devem, portanto, iniciar a partir do posto de montagem e seguir pela cadeia de agregação de valor em direção aos fornecedores externos,

gerando aumento progressivo da produtividade do sistema de trabalho, em um conceito de planejamento denominado “*line back*”, ou “de dentro para fora” (KLUG, 2010).

A Figura 8 representa a otimização sistêmica da cadeia de abastecimento pelo conceito *line back* e indica o escopo de estudo deste trabalho, que parte do posto de trabalho e vai até a otimização da chamada para reabastecimento de materiais.

Figura 8 - Otimização sistêmica da cadeia de abastecimento pelo princípio *line back*



Fonte: (adaptado de Klug, 2010, p. 81).

Neste contexto, não se trata apenas de efetuar uma simples transferência de atividades da área de montagem para outra área. Trata-se do fato que, se é possível realizar atividades em outra área ou processo com maior eficiência e menores custos, essa transferência é justificável. Além disso, os processos de montagem e abastecimento de materiais passam a concentrar-se em suas atividades-fim, possibilitando a melhoria e a especialização contínuas (KLUG, 2010).

Em um SPE, o montador está em foco e assim também estão os requerimentos para que ele execute apenas trabalho que agregue valor (OHNO, 1997; MONDEN, 1998; LIKER 2005). Os desperdícios devem ser eliminados do sistema ao serem identificados. Ocorre que, certas atividades executadas pelo montador não agregam valor ao produto, mas são necessárias, como por exemplo, as atividades relacionadas ao manuseio dos materiais de montagem.

Assim, a configuração dos postos de trabalho de uma linha de montagem desempenha papel importante na racionalização das atividades do montador, minimizando, por exemplo, o andar e o manusear materiais (CONNOR 2001; BICHENO, 2004).

De acordo com Baudin (2002), se o desenho do trabalho é ignorado ou mal realizado, há necessidade de se utilizar mais pessoas para o mesmo trabalho, as responsabilidades não são claras, as quantidades de produção decrescem e os lead times sobem.

Por essa razão, o abastecimento de material deve servir ao montador, de modo que este não necessite se afastar do objeto a ser montado (BAUDIN, 2004; LIKER, 2005; WÄNS-TRÖM; MEDBO, 2009).

A quantidade de trabalho e a necessidade de materiais e peças requeridas para a montagem de modelos variados pode oscilar bastante e, com isso, criar uma distribuição de cargas de trabalho e uma dinâmica de abastecimento diferenciados ao longo da linha. Esse tipo de ambiente de montagem envolve o balanceamento de linha, pelo qual se busca minimizar tempos ociosos por meio da redistribuição do conteúdo de trabalho em cada estação ao longo do tempo estipulado para montagem, e o controle do fluxo de material, a fim de se garantir o abastecimento de materiais e peças de fornecedores nas estações de trabalho no momento e locais certos (GOLZ *et al.*, 2012).

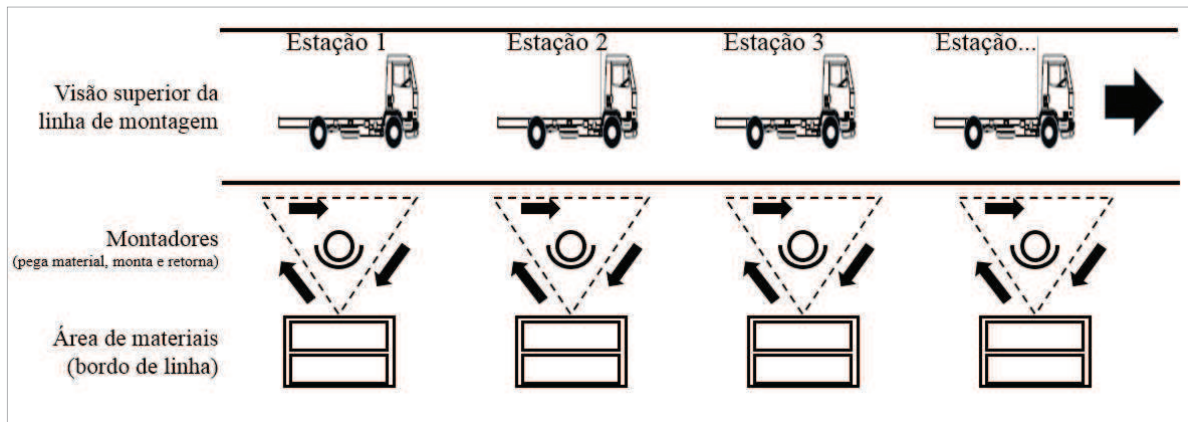
Os montadores podem se servir de peças abastecidas de forma contínua, individualmente, em lotes ou em conjuntos específicos (*kits*), dispostos no posto de trabalho pela logística de abastecimento e consumidos conforme o ritmo demandado pelo cliente e na sequência das ordens de produção. Segundo Baudin (2004), devem ser entregues peças desembaladas ao montador, dentro de um raio de alcance ergonômico, com suas menores dimensões voltadas para fora e dispostas de forma a facilitar a sua montagem.

Um tipo de esquema de abastecimento utilizado nas linhas de montagem automotivas é o contínuo ou em lote de peças avulsas. Nesse esquema, as embalagens pequenas, grandes ou especiais são entregues no bordo de linha para retirada pelo montador.

Nesse tipo de abastecimento, o percurso que reduz o andar do montador é o denominado “triângulo do montador”, com coleta única de material. Após o montador ter finalizado um ciclo de atividades no objeto de montagem, ele inicia o trajeto andando ao encontro do material disposto na estação de trabalho, pega/coleta todo o material necessário para o próximo ciclo de montagem, anda para efetuar a nova montagem respectiva, monta o material caminhando junto com o objeto de montagem e, após finalizar, inicia um novo ciclo.

O abastecimento contínuo ou em lote de peças avulsas é representado na Figura 9.

Figura 9 - Esquema de abastecimento contínuo com representação do triângulo do montador

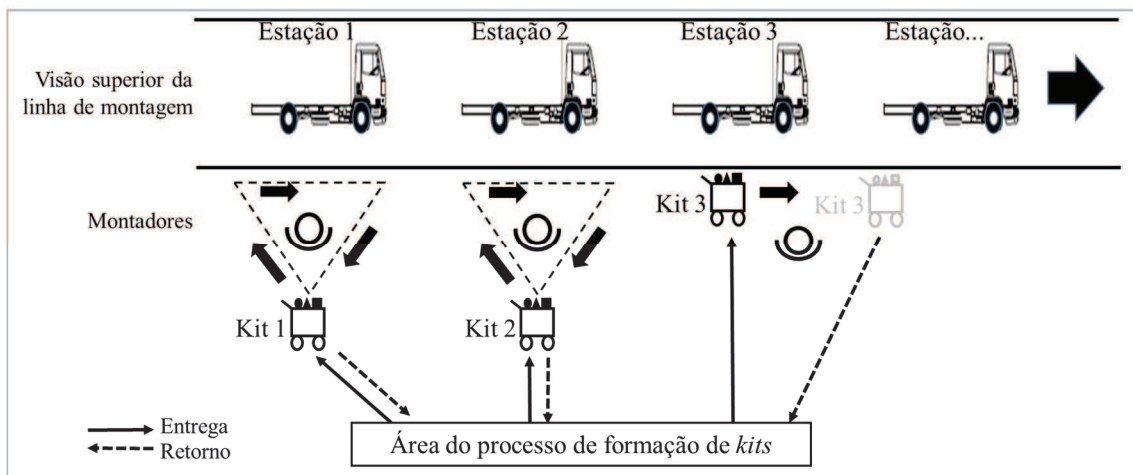


Fonte: (adaptado de Corakci, 2009, p. 31).

As linhas de montagem para produtos com alta densidade de atividades, como é o caso da montagem de caminhões, exigem muitas vezes montagens em fluxos paralelos, fora da linha principal, nas chamadas estações ou postos de pré-montagens. Além disso, usualmente as áreas disponíveis dentro das estações ou próximas às mesmas são escassas e insuficientes para comportar toda a diversidade de materiais. Isso leva o abastecimento contínuo a ser realizado em vários locais e pontos dispersos de montagem de materiais.

Para confrontar essas limitações foi idealizado o esquema de fornecimento em *kits*, ilustrado pela Figura 10. Os *kits* são conjuntos de peças que são separadas de acordo com o volume de trabalho previsto para uma determinada estação de montagem e colocados em um meio de transporte adequado, em quantidades corretas e de forma a minimizar erros de montagem (JOHANSSON, 1991).

Figura 10 - Esquema para abastecimento em *kits*



Fonte: (adaptado de Corakci, 2009, p. 32).

Pela Figura 10 percebe-se que os *kits* são entregues em um local determinado na estação de montagem e podem permanecer estáticos, como os *kits* destinados às estações 1 e 2, ou podem ser acoplados à linha de montagem tracionada e seguir junto com o objeto a ser montado até o final da estação de montagem, como é o caso do *kit* 3 (HANSON; MEDBO, 2012).

O sistema de abastecimento de materiais tem por prioridade assegurar que os componentes necessários para o sistema de montagem estejam disponíveis. Por sua vez, o sistema de montagem tem por objetivo reduzir a quantidade de trabalho desnecessária para a montagem. Os objetivos de ambos podem, por vezes, ser concorrentes. A redução do valor não agregado pode, por exemplo, se opor às frequências de entrega ou à adoção de embalagens ideais requeridas pelo sistema de abastecimento. Os tamanhos de embalagens escolhidas para utilização no posto de trabalho afetam o tempo de duração disponível para consumo do material e também influenciam o tempo de coleta de materiais pelo montador e, portanto, seu desempenho (WÄNSTRÖM; MEDBO, 2009; NEUMANN; MEDBO, 2010).

As atividades relacionadas ao manuseio de materiais afetam a eficiência do montador e seus respectivos tempos integram o balanceamento de perdas produtivas (WILD, 1975). Por exemplo, se em uma mesma estação de montagem, duas variantes de um componente forem necessárias, em embalagens separadas, a quantidade de trabalho e o tempo gasto para manuseio serão diferentes e determinados pela forma de disposição das embalagens na estação (BAUDIN, 2002, 2004; BICHENO, 2004; LIKER, 2005; BOYSEN *et al.*, 2008; WÄNSTRÖM; MEDBO, 2009). Com base em estudos realizados por vários autores, Boysen *et al.* (2008) classifica as perdas ligadas ao manuseio de materiais em três tipos:

Conforme Boysen *et al.* (2008), os desperdícios e atividades que não agregam valor relacionados ao manuseio de material em uma linha de montagem afetam a eficiência do montador (definida pelo resultado das atividades em relação ao tempo de produção utilizado) e implicam em perdas, que podem ser classificadas em três tipos:

- Um primeiro tipo de perda está relacionado às diferenças de tempos de montagem entre variantes de produtos montadas em uma mesma estação de montagem, decorrentes dos diferentes tempos da mesma atividade de manuseio de materiais (andar, pegar, etc.). As diferenças de tempos entre as variantes precisam ser compensadas no balanceamento de tempos de montagem;

- Um segundo tipo de perda advém de tempos distintos para se pegar componentes dispostos de forma diferente na estação. O tempo será maior para o componente disposto de forma menos favorável;

- Por último, tem-se a perda sistêmica, que ocorre quando um tempo adicional tem que ser planejado para compensar a montagem de produtos multivariados na mesma linha de montagem, de forma a assegurar um fluxo de produção contínuo e que atenda ao ritmo requerido pela demanda (*takt time*).

A configuração da disposição de materiais em estações de trabalho tem relevância no desempenho das atividades do montador, uma vez que esse pode executar estas atividades associadas ao manuseio de materiais, por várias centenas de vezes em um turno de trabalho. Até mesmo a forma de acondicionamento dos componentes para montagem em uma embalagem, disposta no posto de trabalho, pode prejudicar o desempenho do trabalho do montador, fazendo-o ter que separar e agrupar peças para melhor manuseio.

Uma adequada configuração da disposição de materiais na estação de montagem pode levar a reduções da ordem de 33% no tempo gasto com andar e de 50% na distância percorrida (FINNSGÅRD, 2012). Para esse fim, esse mesmo autor apresenta as atividades realizadas em estações de montagem com base na proposta de Jonsson *et al.* (2004) e nos fatores de desempenho sugeridos por Wild (1975). Esses autores identificam vinte e sete atividades divididas entre as que agregam ou não valor ao objeto a ser montado, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Representação simplificada das atividades em estações de montagem

Atividade		
Agrega valor	Trabalho de montagem	Montar
	Trabalho de montagem executado longe do objeto a montar	Pré-montar (por exemplo, em estações de pré-montagem)
Não agregam valor	Relacionada ao manuseio de materiais	Andar ao encontro de materiais e retornar
		Pegar materiais de diferentes embalagens ou locais (pallets, embalagens grandes e pequenas, racks suspensos, etc.)
		Pegar ou posicionar no objeto de montagem
		Pegar de rack ou carrinho com material sequenciado
		Pegar ou movimentar conjuntos pré-montados
		Reabastecer materiais em embalagens e/ou locais definidos na estação de montagem
		Manusear embalagens cheias ou vazias e outros materiais recicláveis (películas protetivas, separadores, etc.)
		Preparar para manusear ou pegar (realocar, aproximar, ajustar, marcar, mover, remover, separar, ordenar)
	Demais atividades	Referem-se a todos os outros tipos como: movimentar ou reposicionar o objeto de montagem, manuseio de ferramentas, ler ou informar dados e esperar, etc..

Fonte: (adaptado de Finnsgård, 2012, p.42).

Resumidamente, em operações de montagem somente dois tipos de atividades agregam valor: a montagem propriamente dita e as pré-montagens; já as que não agregam são divididas objetivamente entre aquelas relacionadas com o manuseio de materiais e as outras demais atividades.

Finnsgård (2012) relata em seus estudos de caso que, com a otimização da disposição de materiais, pode-se obter uma redução de atividades que não agregam valor da ordem de 20%, o que se traduz em um aumento de produtividade na mesma proporção, e obter-se melhorias nas condições ergonômicas com redução de até 92% de movimentos corporais potencialmente prejudiciais. A ergonomia também é afetada pela disposição de materiais e, por consequência, também afeta a eficiência do montador (DEMPSEY; MATHIASSEN, 2006; NEUMANN *et al.*, 2006; WAGNER *et al.*, 2009).

Diante do exposto, compreende-se que o desempenho da atividade de montagem em um SPE pressupõe a adaptação do abastecimento de materiais por meio da introdução de melhorias na logística enxuta interna. Os sistemas de abastecimento de materiais podem ser concebidos para desempenhar um eficiente processo de manuseio de materiais e tendo em mente a eficiência global do sistema de operações e os requerimentos dos processos de montagem (TOMPKINS *et al.*, 2003).

2.3 Os Sistemas Corporativos de Produção (SCP) e os Modelos de Avaliação de Maturidade do SPE

Luz e Sellitto (2014) argumentam que cada empresa tem seus próprios e únicos ambientes internos e externos e, por isso, o desenvolvimento de um sistema de produção competitivo deve ser alcançado por um processo evolutivo e sistemático de interpretação e aprendizagem organizacional. Diante disso, entende-se o porquê de grandes fabricantes automotivos desenvolverem seus próprios Sistemas Corporativos de Produção (SCP). Os SCP reúnem os métodos usados para conduzir e controlar as operações de produção. Antunes (2008) destaca algumas funções de planejamento e controle encontradas nos SCP em geral:

- (a) Gestão da qualidade: evitar defeitos em materiais do fluxo produtivo;
- (b) Gestão da produção: definir o que, quando, quanto, onde e como produzir;

- (c) Controle de estoques: definir as quantidades de compra, venda e em processo;
- (d) Manutenção: determinar e melhorar a confiabilidade de máquinas;
- (e) Gestão de acidentes de trabalho: eliminar acidentes de trabalho;
- (f) Gestão ambiental: reduzir ou compensar a emissão de poluentes e racionalizar o uso de energia nas operações industriais;
- (g) Sincronização de fluxos produtivos: reduzir a necessidade de inventários em processamento e produtos intermediários;
- (h) Gestão dos processos de melhorias: definir e gerenciar melhorias.

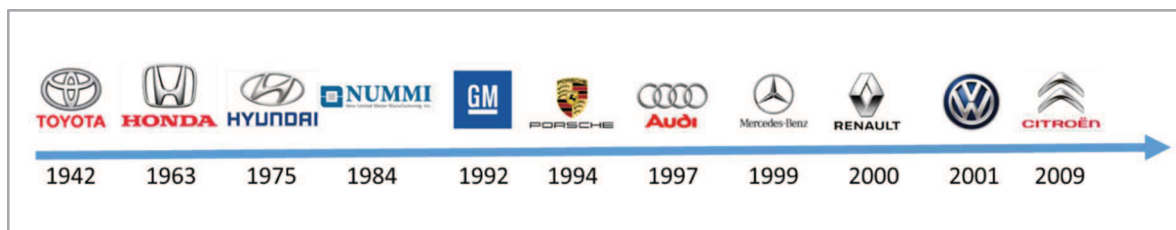
Grandes empresas automobilísticas nomeiam os seus SCP como sistemas de produção próprios, de forma a atestar sua excelência operacional. Como exemplos encontram-se o *Volvo Production System* (VPS), *Mercedes-Benz Production System* (MPS), entre outros. O *Ford Production System* (FPS), por exemplo, é definido no seu relatório de Governança Corporativa e Sustentabilidade, da seguinte forma:

O sistema de produção Ford (FPS) é um sistema de produção enxuto, flexível e de melhoria contínua, disciplinado para uso comum globalmente e que abrange um conjunto de princípios e processos para conduzir a um ambiente de manufatura enxuta. Como elementos essenciais do sistema constam o trabalho em grupos eficazes, desperdício zero e zero defeitos, que alinham a capacidade global da empresa com a demanda do mercado global, otimizando o rendimento da produção e a utilização do custo total para impulsionar o desempenho (Ford – Governança Corporativa - Relatório de Sustentabilidade 2010).

O termo “sistema de produção” deve ser entendido em sentido amplo, pois contempla também as áreas indiretamente ligadas à produção, como por exemplo, as áreas de Desenvolvimento de Produtos, Planejamento, Logística, Qualidade, Manutenção, entre outras.

Alguns SCP foram introduzidos há décadas, como mostra a Figura 11, e aperfeiçoados ao longo do tempo.

Figura 11 - Exemplos de Sistemas Corporativos de Produção e seus anos de implantação



Fonte: (adaptado de Clarke, 2002, p. 127).

Segundo Hinrichsen (2003), os SCP baseados no SPE aplicam os princípios e fundamentos da filosofia enxuta nos sistemas de trabalho, social e organizacional das empresas, e apresentam-se como um sistema de padrões completo em si mesmo. A partir da declaração de missão da companhia são descritos todos os conceitos e ferramentas a serem utilizados pela empresa, tanto de ordem técnico-organizacional, por exemplo o *Just-in-time* e o *Kanban*, quanto os de ordem sócio-organizacional, como o trabalho em grupo e o processo de melhoria contínua. A descrição dos componentes de um SCP fica contida em um manual disponível a todos os empregados da companhia.

No caso da empresa em estudo, a mesma utiliza-se do mesmo sistema de produção de veículos comerciais válido para o grupo mundialmente. Esse sistema é descrito no manual do Sistema Corporativo de Produção (SCP) e é fundamentado no SPE.

O uso do mesmo SCP pelas empresas do grupo globalmente possibilita a comparação relativa das operações e incentiva o aprimoramento e compartilhamento das melhores práticas de implementação e utilização.

A linha de montagem de caminhões e o abastecimento de materiais operam segundo os princípios e métodos referenciados no SCP.

Segundo Briaes (2005), o SCP da empresa estudada é composto por cinco subsistemas, como descrito abaixo, e que continuam os mesmos até os dias atuais:

- O subsistema “Estrutura de Trabalho” define as regras básicas para as funções, estrutura da organização e liderança. Estas regras enfatizam a participação de todos os colaboradores para o alcance dos objetivos empresariais.
- O subsistema “Padronização” busca a determinação de procedimentos para a execução de processos de trabalho. Cada padrão individual representa o método mais seguro e adequado para a execução de tarefas em um determinado momento;
- O subsistema “Processos e Produtos Robustos” objetiva produtos que possam ser elaborados dentro dos limites de tolerância especificados e garantir que os processos sejam capazes de atingir resultados previsíveis, estáveis e controláveis;
- O subsistema “*Just in Time*” tem por objetivo garantir a produção daquilo que o cliente deseja, na quantidade desejada e no momento em que é solicitado, utilizando-se apenas das quantidades necessárias de material, equipamento, força de trabalho e área. Nesse subsistema encontram-se descritos os métodos relacionados à logística de materiais;
- O subsistema “Melhoria Contínua” visa garantir análises sistemáticas e promover soluções criativas, que dão base ao sistema de produção.

Nestes subsistemas encontram-se agrupadas mais de 90 ferramentas e métodos do SPE, que foram criadas para apoiar a implementação do SCP e o alcance dos objetivos empresariais e operacionais da empresa. Pode-se notar que os princípios pertencentes a cada subsistema apresentam grande similaridade com os do Sistema Toyota de Produção (BRIALES, 2005).

O SCP da empresa encontra-se totalmente em funcionamento e é verificado regularmente por auditorias específicas e checagens de conformidade com o sistema de manufatura e logística enxuta. Com isso, pretende-se garantir processos enxutos e padronizados, produção isenta de falhas e a participação dos colaboradores na melhoria contínua do sistema.

De acordo com Miyake e Nakano (2007), um SCP, normalmente, tem por objetivos principais:

- Ser um modelo de referência que estabelece um conjunto articulado de conceitos, ferramentas e melhores práticas da organização, a fim de melhorar a eficiência e eficácia dos processos de produção;
- Servir como estrutura para apoiar a execução estratégica da empresa.

Como modelo de referência, o SCP de uma empresa pode ser utilizado como base para avaliação geral ou de seus componentes isoladamente, em relação aos requisitos prescritos. Um componente do sistema a ser avaliado pode ser, por exemplo, o logístico.

Ainda conforme Miyake e Nakano (2007), a avaliação pode servir também para apoiar indiretamente a capacidade de realização de objetivos estratégicos, como por exemplo, o aumento de produtividade através da melhoria da eficiência da montagem ou a redução de veículos reprovados por montagem com materiais abastecidos de forma errada.

Além dos métodos de avaliação contidos nos SCP, as empresas podem se valer de modelos de avaliação da maturidade do SPE. Conforme revisão bibliográfica relacionada à medição de maturidade da manufatura enxuta, realizada por Antonelli e Santos (2015), os modelos de avaliação de maturidade do SPE são escassos, tendo sido encontradas nos últimos dez anos apenas nove publicações relevantes associadas ao tema e sendo somente uma no Brasil, a de Ferreira e Saurin (2008).

Um modelo de maturidade é uma estrutura conceitual através da qual uma organização desenvolve-se de modo planejado e sistêmico a fim de atingir um estado futuro desejado.

Prado (2008) sugere que um modelo de maturidade reconhece e sinaliza o amadurecimento progressivo da organização. Esses modelos fornecem uma abordagem

disciplinada para identificação dos processos críticos e definição de ações de melhoria alinhadas com os objetivos estratégicos do negócio e consistentes com o estágio de maturidade de seus processos (HÖLTZ, 2012).

De forma simplificada, pode-se entender que, as organizações que alcançam níveis mais elevados de maturidade, têm processos definidos e métodos documentados para realizar suas atividades e assim, sistematicamente, avaliam seu desempenho e sua capacidade de realização de objetivos. De outro lado, sugere-se que as organizações que não possuem um modelo de avaliação da maturidade ou se encontram em baixos níveis de maturidade, aparentemente não gerenciam suas atividades e objetivos em termos de processos, e seus métodos tendem a variar conforme as circunstâncias e as decisões tomadas de forma pessoal. Dessa forma, seus resultados e seu desempenho dificilmente tornam-se previsíveis e consistentes ao longo do tempo. No caso específico da logística de uma empresa, sua maturidade está relacionada ao seu nível de desenvolvimento de acordo com critérios estabelecidos. O foco está na forma como suas atividades são executadas, o que possibilita a previsão e o alcance dos resultados esperados (FOLLMANN, 2012).

Com a finalidade de se encontrar um método para mensurar o progresso da implementação e desenvolvimento da logística enxuta interna, encontrou-se na literatura científica um modelo adequado, o qual se encontra descrito no próximo item desta pesquisa.

2.4 O modelo de maturidade da logística enxuta (LLMM) de Höltz (2012)

No presente estudo explora-se o modelo de maturidade da logística enxuta interna desenvolvido por Höltz (2012) e denominado *Lean Logistics Maturity Model – LLMM*. O LLMM é um dos primeiros a reunir e descrever, sob a forma de modelo de maturidade, os elementos considerados fundamentais para a configuração de uma logística enxuta interna.

Esses elementos correspondem aos princípios, processos e métodos que, conforme as pesquisas de Höltz (2012), são necessários para uma estrutura técnica e organizacional integral adequada ao funcionamento da logística interna em um sistema de produção enxuta (SPE).

Os elementos fundamentais são divididos em três grandes grupos. Dois grupos dizem respeito aos denominados “Aspectos Delineadores” (AD) da logística enxuta interna e um

grupo compreende os “Elementos Básicos da LEI”. O conjunto dos grupos, com seus elementos fundamentais, forma a estrutura integral da logística enxuta interna proposta por Höltz (2012).

Os elementos fundamentais e suas respectivas características relevantes encontram-se descritos detalhadamente no roteiro de avaliação (Apêndices I e II), desenvolvido no presente trabalho para uso na pesquisa de campo realizada.

A Figura 12 apresenta a estrutura do modelo LLMM com seus elementos fundamentais, destacando-se os elementos envolvidos no escopo desta pesquisa.

Figura 12 - Estrutura da LEI com aspectos delineadores e elementos envolvidos no escopo de pesquisa

4 aspectos delineadores gerais				Elementos Básicos da LEI		5 aspectos delineadores da LEI				
Configuração de Processos	Envolvimento dos Colaboradores	Definição de Metas	Configuração da Transformação <i>Lean</i>			Configuração do Posto de Trabalho	Configuração da Chamada de Material	Configuração da Disposição de Materiais	Configuração do Transporte Interno	Configuração dos Transportados e Armazenagem Internos
Definição da Interfaces de Processos	Qualificação dos Colaboradores	Alinhamento e sustentação dos objetivos	Planejamento Estratégico	Nivelamento (<i>Heijunka</i>) dos sistemas produtivos e logísticos		Cadencia logística vinculada ao <i>takt time</i>	Chamadas orientadas ao sist. puxado	Embalagem pequena padrão (KLT)	11 Elementos fora do escopo de estudo	
	Conscientização para a Qualidade		Incorporação da filosofia	Configuração de produtos adequada aos requisitos logísticos		Materiais em curto raio de alcance	Mix de Chamadas (<i>pull/push</i>)	Disposição de peças gdes. s/ embalagem		
Definição e Documentação de Processos	Motivação dos Colaboradores	Atingimento dos objetivos	Implementação	Conceito de planejamento <i>Line Back</i>		Aumento da produtividade de área	Controle visual de estoques e áreas (método de chamada)	Troca 1:1 de embalagens cheias/vazias		
	Trabalho colaborativo entre áreas		Foco das ações de melhoria			<i>Poka Yoke</i>		Princípio de uma só embalagem		
	Flexibilidade dos Colaboradores	Efetividade dos objetivos	Indicadores			<i>Andon</i>	Sincronização da necessidade real de peças e a chamada	Formação de <i>K/its</i>		
	Organização					Triângulo do Montador				
Total de 16 EFG (Elementos Fundamentais Gerais)				Total 3 EBLEI		Total de 15 EFLEI (Elementos Fundamentais da LEI)				

Fonte: (adaptado de Hölitz, 2012, p. 152).

O Quadro 3 apresenta uma breve descrição dos grupos e de seus elementos, fundamentais. Alguns termos técnicos específicos descritos são provenientes do sistema de produção Toyota original e permanecem até hoje empregados no idioma de origem, merecendo esclarecimento adicional sobre seus significados (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2011):

- *Heijunka* é a criação de uma programação de produção nivelada através do sequenciamento de pedidos em um padrão repetitivo, que considera o balanceamento das variações de demandas diárias e no longo prazo. Dito de outra maneira, *heijunka* é o nivelamento das quantidades e tipos de produtos.

- *Takt-Time* é um conceito usado para projetar o sistema de trabalho, que leva em conta o tempo em que se deve produzir uma peça ou veículo com base no ritmo de vendas, para atender a demanda dos clientes.

- *Poka Yoke* é um dispositivo ou método que elimina ou impede a ocorrência de erros e defeitos na utilização de produtos e componentes em processos produtivos e de apoio (por exemplo, logísticos).

- *Andon* é uma ferramenta de gestão do SPE, que se utiliza de sinais luminosos e/ou sonoros para avisar que há algum defeito ou problema na cadeia de produção.

Quadro 3 - Descrição resumida dos grupos na estrutura do modelo LLMM

Grupo dos Aspectos Delineadores Gerais	Grupo dos Elementos Básicos da LEI	Grupo dos Aspectos Delineadores da LEI
Formado por 16 elementos fundamentais gerais (EFG) que se referem ao atendimento dos princípios do pensamento enxuto e às condições requeridas para a perfeita integração ao SPE e para sustentação das melhorias implementadas na LEI. Os elementos encontram-se divididos entre 4 aspectos delineadores:	São 3 elementos básicos da LEI (EBLEI), que se constituem em condições básicas para a implementação e funcionamento da LEI, segundo Hóltz (2012). De forma sucinta correspondem ao seguinte: (1) Nivelamento (em japonês, <i>heijunka</i>) nos sistemas produtivos e logísticos: existência de uma	Os 15 elementos fundamentais da LEI (EFLEI) constituem-se nos elementos especificamente ligados às técnicas, métodos e ferramentas da LEI. Correspondem, basicamente, aos métodos e princípios logísticos definidos por Klug (2010) para cada uma das cinco áreas da logística enxuta interna. O grupo engloba 5 aspectos delineadores, respectivos às áreas da LEI.

Grupo dos Aspectos Delineadores Gerais (cont.)	Grupo dos Elementos Básicos da LEI (cont.)	Grupo dos Aspectos Delineadores da LEI (cont.)
<p>(1) Configuração de processos: é referência para o processo de melhoria continua e contempla análises sistemáticas e melhorias de ordem econômica e das condições de trabalho; a motivação dos colaboradores na busca de soluções criativas é base para aprimoramento do SPE;</p> <p>(2) Envolvimento dos colaboradores: inclui a motivação e capacitação dos mesmos e dos fornecedores;</p> <p>(3) Definição de metas: envolve o processo de estipular metas de resultado e monitoramento de processos, alinhadas ao plano estratégico empresarial e às metas corporativas, com suporte das lideranças e da alta administração;</p> <p>(4) Transformação para o pensamento enxuto e ao aprendizado organizacional: tem como base as lideranças, que promovem um ambiente propício à melhoria contínua e ao aprendizado coletivo.</p>	<p>política de flexibilização de recursos, que permita um ajustamento ou nivelamento dos sistemas de produção e de logística, em casos de forte oscilação de demandas de mercado.</p> <p>(2) Configuração de produtos adequada aos requisitos logísticos: prevê que a estratégia de concepção de produtos esteja alinhada às capacidades disponíveis e possibilidades existentes nos sistemas produtivo e logístico;</p> <p>(3) Conceito de planejamento <i>line back</i>: deve ser considerado em toda a cadeia de valor da empresa (conceito explicado no item 2.2, que sugere que as otimizações partam do posto de trabalho e prossigam sucessivamente por toda a cadeia de suprimento de materiais, em direção aos fornecedores externos).</p>	<p>entretanto, somente três áreas da logística enxuta interna fazem parte do escopo deste trabalho (conforme é explicado no item 1.2), que são as seguintes:</p> <p>(1) posto de trabalho: cadeia logística orientada para abastecimento de materiais conforme demanda do cliente (<i>takt time</i>, em dispondo materiais ao alcance do montador e facilitando o percurso, otimizando áreas e oferecendo soluções de ajuda (<i>andon</i>) e à prova de erro (<i>poka yoke</i>);</p> <p>(2) chamada de materiais; preferência ao sistema puxado e ao controle visual de estoques;</p> <p>(3) disposição de materiais no posto: prioridade às menores embalagens e à formação de <i>kits</i> de peças para entregas, entrega de embalagens cheias concomitante à retirada de vazias, peças grandes dispostas sem embalagens.</p>

Fonte: (Do autor, adaptado de Höltz, 2012).

O modelo de maturidade LLMM foi concebido de forma a permitir a avaliação dos elementos da logística enxuta interna. Cada elemento fundamental (EF) do modelo é descrito com base em suas características relevantes (CR). A capacidade de atendimento às CR evolui de forma progressiva, da mais elementar à plena capacidade de atendimento. O atendimento às CR

é dividido e classificado em níveis de caracterização. Neste trabalho, esses níveis foram traduzidos como níveis de aplicação (NA). Os NA obedecem a uma graduação baseada em uma escala de 1 a 4, que correspondem às seguintes interpretações:

Grau 1 - Rudimentar ou ausência de caracterização;

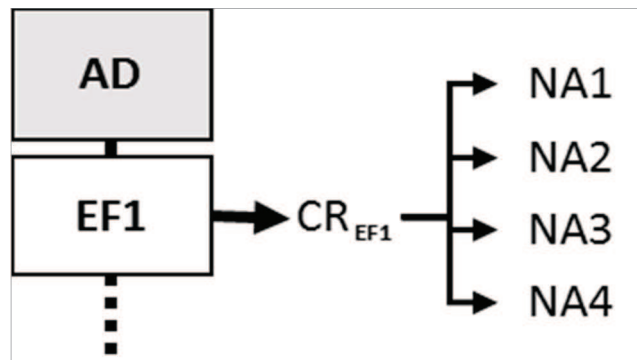
Grau 2 - Pouca caracterização;

Grau 3 - Boa caracterização e

Grau 4 - Plena caracterização; melhor prática.

A Figura 13 apresenta de forma esquemática as relações entre os componentes da estrutura do modelo LLMM.

Figura 13 - Estrutura do modelo LLMM e seus componentes para avaliação



Fonte: (adaptado de Hölitz, 2012, p. 153).

Resumidamente, a estrutura da logística enxuta interna proposta pelo modelo é dividida em aspectos delineadores (AD), que agrupam seus respectivos elementos fundamentais (EF), os quais são descritos em termos de características relevantes (CR), e que são atendidas progressivamente ao longo do tempo, segundo níveis de aplicação (NA) sucessivos.

A estrutura da logística enxuta interna ilustrada na Figura 12 não apresenta as interações e interdependências entre seus elementos constituintes. Na prática, a implementação dos elementos não ocorre simultaneamente, mas sim de forma sequenciada, observando-se os objetivos a serem alcançados, recursos disponíveis e as relações mútuas de precedência e pré-condições entre os elementos. A simples implementação de elementos isolados não leva a uma otimização sistêmica, pelo contrário, pode até prejudicar o desenvolvimento harmonioso e contínuo da logística enxuta interna e do SPE (KORGE, 2005; WILDEMANN, BAUMGÄRTNER, 2006; KAHL, 2009; IFA HANNOVER/IPA, 2010).

Diante disso, entende-se a importância de uma implementação dos elementos de um SPE sequenciada, de forma planejada e racional. Como exemplo, o Quadro 4 mostra um exemplo de sequência proposta por Reinhart *et al.* (2003) e apresenta as etapas de implementação sugeridas e os respectivos elementos ou métodos básicos.

Quadro 4 - Sequência de implementação de elementos do SPE segundo Reinhart *et al.* (2013)

Etapas de Implementação	Elemento da Produção Enxuta
1. Estrutura padronizada	Adequação de <i>layout</i> , Introdução de Ritmo (<i>takt</i>).
2. Fluxos padronizados	Padronização, Comunicação e Visualização dos fluxos, Adaptação de meios e dispositivos nos postos de trabalho.
3. Processos estáveis	Implementação de <i>Poka Yoke</i> , Gestão da Qualidade e instrumentos de Gestão Visual.
4. Sistema puxado (interno)	Introdução de <i>Kanban</i> , Gestão de Embalagens e Gestão Visual.
5. Nivelamento da Produção	Utilização de algoritmos para nivelamento.
6. Sistema puxado (externo)	Ampliação de <i>Kanban</i> e Gestão Visual.

Fonte: (Reinhart *et al.*, 2003, adaptado por Hölitz, 2012, p. 182).

Reinhart *et al.* (2003) sugerem que, em primeiro lugar, sejam priorizadas a obtenção da padronização de estruturas e a estabilização de processos, para só então se pensar na implementação de um sistema puxado (*pull production*).

Hölitz (2012) propõe uma sequência de aplicação dos elementos de seu modelo, segundo uma evolução que determina Graus de Maturidade (GM) sucessivos da logística enxuta interna.

O conceito de maturidade está relacionado à capacidade de um processo em atingir seus objetivos de forma previsível, ou seja, quanto maior a maturidade, mais estável, eficiente, efetivo e preciso ele é (LOCKAMY, A.; MCCORMACK, 2004).

Enquanto o Nível de Aplicação (NA) refere-se a um elemento em particular, o Grau de Maturidade (GM) denota um estágio de desenvolvimento de um conjunto de elementos da logística enxuta interna dentro de uma linha de evolução para um estado completamente amadurecido. O GM refere-se a uma maturidade da logística enxuta interna como um todo, além de levar em consideração a interdependência entre os elementos envolvidos (HÖLTZ, 2012).

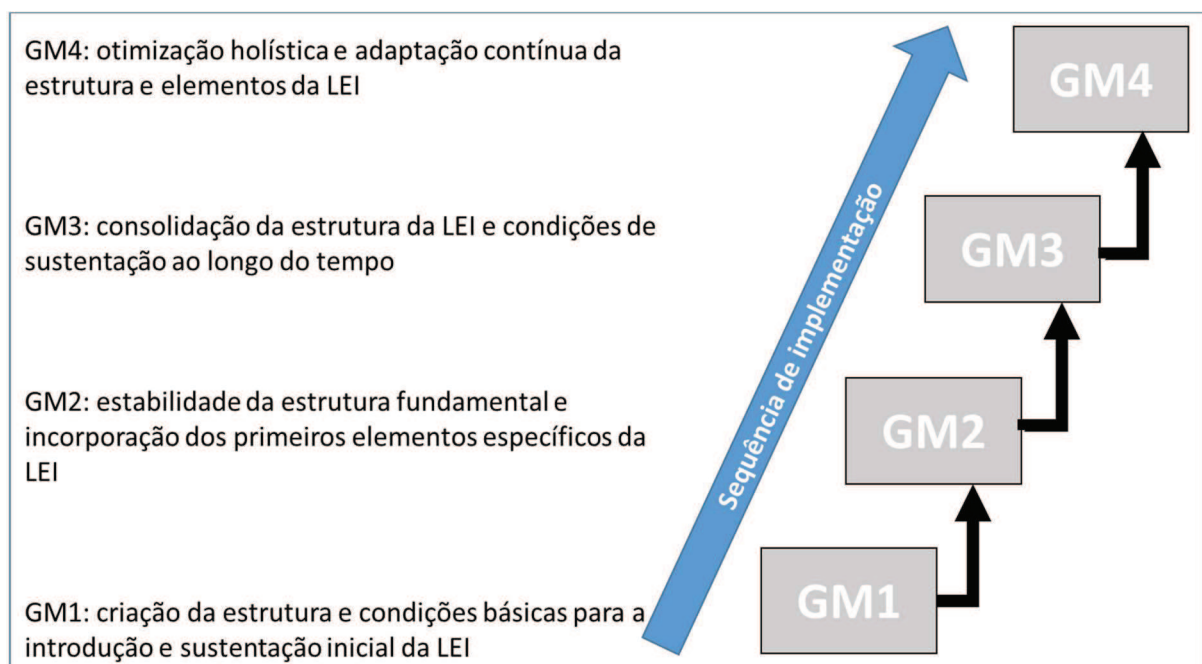
Os GM definidos por Hölitz (2012) são descritos a seguir:

- GM1: envolve os elementos relacionados à criação de uma estrutura fundamental e das condições necessárias para a introdução e sustentação da logística enxuta interna (abrange basicamente todos os EFG);
- GM2: engloba os elementos que proporcionam estabilidade à estrutura fundamental da organização e incorpora os primeiros elementos EFLEI;
- GM3: trata da consolidação ampla da estrutura logística interna e da sua sustentação ao longo do tempo (como, por exemplo, o uso de indicadores adequados para medição da evolução da melhoria contínua, entre outros);
- GM4: estabelece a otimização holística e a capacidade de adaptação contínua da estrutura da logística enxuta interna e de seus elementos.

A avaliação de um GM consiste somente dos elementos correspondentes ao mesmo. Para se alcançar um GM superior teoricamente os requisitos dos graus anteriores devem ter sido preenchidos, naquilo que se chama de sequência de implementação *bottom-up*, ou, de baixo para cima.

A Figura 14 ilustra a implementação sequencial *bottom-up*.

Figura 14 – Sequência de implementação segundo os GM propostos por Hölitz (2012)



Fonte: (adaptado de Hölitz, 2012, p. 184).

O Quadro 5 apresenta os graus de maturidade sucessivos de GM1 a GM4 e seus respectivos elementos fundamentais associados, conforme Hölitz (2012).

Quadro 5 - Graus de Maturidade (GM) e seus respectivos elementos fundamentais

GM	Aspecto Delineador	Elemento Fundamental
1	Configuração de processos	Interfaces de processos
1	Configuração de processos	Definição e documentação de processos
1	Envolvimento dos colaboradores	Qualificação dos colaboradores
1	Envolvimento dos colaboradores	Trabalho colaborativo entre áreas
1	Envolvimento dos colaboradores	Organização
1	Definição de metas	Alinhamento e sustentação dos objetivos
1	Definição de metas	Atingimento dos objetivos
1	Configuração da transformação <i>lean</i>	Planejamento estratégico
1	Configuração da transformação <i>lean</i>	Incorporação da filosofia
1	Configuração da transformação <i>lean</i>	Implementação
1	Configuração da transformação <i>lean</i>	Foco das ações de melhoria
2	Envolvimento dos colaboradores	Conscientização colaboradores p/ qualidade
2	Envolvimento dos colaboradores	Motivação dos colaboradores
2	Envolvimento dos colaboradores	Flexibilidade dos colaboradores
2	Definição de metas	Efetividade dos objetivos
2	Base p/ implementação da logística enxuta	Configuração produtos adequada à logística
2	Base p/ implementação da logística enxuta	Conceito de planejamento <i>line back</i>
2	Configuração do posto de trabalho	Cadeia logística vinculada ao <i>takt time</i>
2	Configuração do posto de trabalho	Materiais em curto raio de alcance
2	Configuração do posto de trabalho	<i>Andon</i>
2	Configuração do posto de trabalho	Triângulo do montador
2	Configuração da chamada de material	Controle visual estoques e áreas (chamada)
2	Configuração da chamada de material	Sincronização da necessidade real
3	Configuração da transformação <i>lean</i>	Indicadores
3	Base p/ implementação da logística enxuta	Nivelamento (<i>heijunka</i>) sistemas produtivos e logísticos
3	Configuração do posto de trabalho	Aumento da produtividade de área
3	Configuração do posto de trabalho	<i>Poka yoke</i> (à prova de erros)
3	Configuração da chamada de material	Chamadas orientadas ao sistema puxado
3	Configuração da chamada de material	Mix de chamadas (<i>pull/push</i>)
3	Configuração da chamada de material	Embalagem pequena padrão (KLT)
4	Configuração da disposição de materiais	Disposição de peças grandes sem embalagem
4	Configuração da disposição de materiais	Troca 1:1 de embalagens cheias e vazias
4	Configuração da disposição de materiais	Princípio de uma só embalagem
4	Configuração da disposição de materiais	Formação de <i>kits</i>

Fonte: (adaptado de Hölitz, 2012, p.187).

Hölitz (2012) esclarece que, em função dos objetivos de desempenho da logística enxuta interna a serem alcançados, pode-se optar pelo desenvolvimento seletivo de elementos, respeitando-se precedências, interdependências e interações entre os mesmos.

Uma avaliação da logística enxuta interna com base nos GM permite estimar o nível de desempenho atual da logística enxuta interna de uma empresa. De forma análoga, pode-se estabelecer um desempenho futuro desejado para os mesmos elementos avaliados, com base nos requisitos do(s) GM superior(es). Isso permite às empresas determinar em quais pontos focar ou iniciar ações de melhoria de forma mais justificada e objetiva.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo apresenta-se o perfil da empresa em estudo, o método de pesquisa e os procedimentos de coleta e análise de dados e de interpretação dos resultados. A pesquisa desenvolveu-se em fases, iniciando-se com o Pré-Teste do roteiro de avaliação desenvolvido com base no modelo LLMM de Hölitz (2012); a Fase 1 de pesquisa, na qual se aplicou o roteiro de avaliação na empresa e a Fase 2 de validação das relações obtidas pelos resultados da pesquisa de campo por meio de questionários de opiniões de especialistas (técnica Delphi).

3.1 Perfil da empresa e sua logística de abastecimento de linha de montagem

A empresa em estudo localiza-se na região sudeste do Brasil e pertence a um grupo multinacional fabricante de veículos comerciais, com um total de aproximadamente 800 colaboradores em 2014.

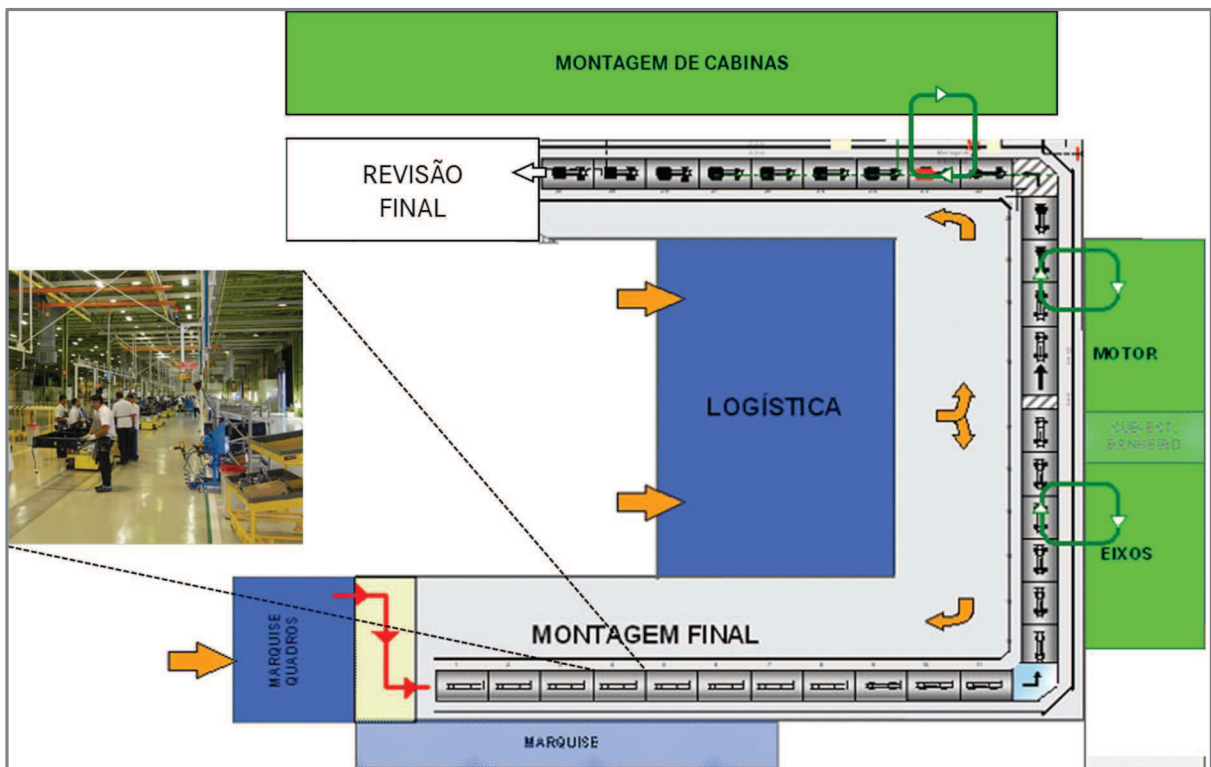
A linha de montagem única é compartilhada para a produção de dois modelos de caminhões distintos, sendo um do segmento de mercado leve e outro do segmento extrapesado e que podem ser encomendados em variadas versões (variantes de produto). A capacidade produtiva anual, à época do estudo, girava em torno de 50.000 unidades, em três turnos de produção.

A fábrica é uma das poucas no mundo a utilizar - ao invés da usual linha de arraste no piso - veículos autoguiados (AGV) para transporte dos caminhões entre as estações de montagem. Os AGVs, ou *Automated Guided Vehicles*, são veículos autoguiados, que se movimentam sobre o piso em trajetórias predeterminadas, de forma autônoma, ou seja, sem a presença de um operador, e flexibilizam assim eventuais mudanças na linha de montagem para futuras expansões e adequações para produção de outros modelos ou versões de caminhões.

Um total de 117 postos de trabalho precisa ser abastecido, estando incluídos os postos das pré-montagens, montagem principal, montagem de cabinas e preparação de motores e eixos, distribuídos em uma área interna de mais de 47.000 m² (situação em 2014).

A Figura 15 apresenta de forma esquemática a linha de montagem. Os fluxos de abastecimento são indicados pelas setas maiores. A logística interna tem o desafio de atender os postos de trabalho com o abastecimento de materiais nos locais planejados e conforme as chamadas para reabastecimento, baseadas no consumo. Em destaque na Figura 19, vê-se a foto de um exemplo de estação de montagem com a disposição de materiais nas laterais, prateleiras para embalagens pequenas (KLT) e carrinhos com conjuntos (*kits*) de peças.

Figura 15 - Representação esquemática da linha de montagem e fluxo de abastecimento de material



Fonte: Arquivo da empresa.

Um caminhão do tipo leve envolve mais de 8.000 peças e um do tipo extrapesado mais de 12.000, em suas respectivas montagens. A disposição integral dessas peças, de pequenos parafusos a grandes tanques de combustível, dentro das estações da linha de montagem, ocuparia uma enorme área. Para dominar essa complexidade e variedade de abastecimento optou-se pelo uso de carrinhos com *kits* de peças para um determinado volume de montagem, preparados em locais separados da linha de montagem, conforme a sequência de montagem e entregues nos pontos de uso demarcados nas estações, como ilustrado na Figura 16.

A utilização dos carrinhos com *kits* foi implementada de forma progressiva, seguindo otimizações realizadas pela logística enxuta interna da empresa: no início da produção, em 2012, eram abastecidas à linha de montagem 388 embalagens grandes (GLT), 377 embalagens

pequenas (KLT) e 73 embalagens especiais, todas dispostas nos postos de trabalho; em 2014, completou-se a substituição de todas as embalagens por 344 carrinhos com *kits*, sendo 144 para o veículo leve e 200 para o veículo extrapesado. Somente elementos de fixação e peças menores são fornecidos em embalagens pequenas (KLT) e dispostos em prateleiras ao longo das estações de montagem.

Figura 16 - Foto ilustrativa do uso de carrinhos com *kits* de peças nas estações da linha



Fonte: AutonewsTV (2014).

O abastecimento de materiais é cadenciado pelo consumo da linha, que está de acordo com a demanda planejada de vendas (*takt time*). As chamadas para reabastecimento de peças ocorrem por escaneamento de cartões *Kanban* dotados de códigos de barras.

3.2 Pré-teste do roteiro de avaliação

No período de agosto a setembro de 2015 realizou-se um pré-teste do roteiro de avaliação, desenvolvido para aplicação na pesquisa de campo conduzida na Fase 1. O objetivo de um pré-teste é de se verificar os procedimentos de aplicação, a qualidade dos dados para avaliação e se fazer ajustes necessários, antes de partir para a coleta de dados (MIGUEL, 2007). Foram escolhidos dois respondentes para aplicação do teste piloto: o gestor sênior da área de Montagem Final de Caminhões e o gestor da área de logística.

O pré-teste serviu também como base para análise do entendimento dos respondentes sobre a dinâmica de preenchimento do roteiro de avaliação, constatação de erros textuais e de

falta de clareza na formulação das características relevantes a serem avaliadas e suficiência das instruções de preenchimento. Os roteiros de avaliação foram fornecidos em formato digital (arquivo *Excel*) para preenchimento direto nas planilhas eletrônicas e devolvidas ao *e-mail* do pesquisador.

Após aplicação do pré-teste, enviou-se no início de janeiro de 2016 novo *e-mail* de distribuição com orientações para preenchimento do roteiro de avaliação, para os respondentes restantes.

3.3 Fase 1 - Avaliação da maturidade da logística enxuta interna da empresa

Na denominada Fase 1 realizou-se a pesquisa de campo, com a aplicação do modelo LLMM de Höltz (2012) para avaliação da evolução da maturidade da logística de abastecimento de material da linha de montagem de caminhões da empresa. Para esse fim, um roteiro de avaliação foi elaborado, segundo o modelo LLMM, e encontra-se nos Apêndices I e II.

O roteiro de avaliação foi desenvolvido em formato de planilha eletrônica Excel e abrange os elementos fundamentais do modelo de maturidade proposto por Höltz (2012) do escopo em estudo e suas respectivas características relevantes. A utilização de arquivo em Excel facilitou o envio e preenchimento pelos respondentes, a compilação segura de todas as avaliações e a posterior análise comparativa pelo pesquisador.

Esse roteiro permitiu a cada respondente avaliar a aplicação dos elementos fundamentais da logística enxuta interna de forma a retratar as mudanças e melhorias implementadas na logística interna de abastecimento da linha de montagem no período compreendido entre 2012 a 2015. Pelo horizonte de tempo abrangido para investigação de dados, o estudo caracteriza-se como longitudinal, que prevê que os dados referentes às mesmas variáveis e aos mesmos sujeitos sejam coletados em pelo menos dois momentos (BRYMAN; BELL, 2007, p. 61). Essa condição é plenamente atendida neste estudo, no qual, às mesmas variáveis, ou seja, aos elementos da logística enxuta interna, foram atribuídos níveis de aplicação percentuais pelos respondentes em quatro momentos distintos, ou seja, em cada ano individualmente.

As referências para avaliação foram descritas conforme as características relevantes (CR) formuladas por Höltz (2012) para os níveis 1 a 4 e possibilitaram a escolha de um nível

de aplicação respectivo, fixado em 0, 25%, 50%, 75% e 100%. Para fins deste trabalho, buscando uma simplificação da avaliação pelos respondentes, optou-se por descrever apenas as CR para os níveis 50% e 100% de aplicação. Como exemplo, se todas as CR previstas para um nível 100% forem efetivamente observadas na prática, então o elemento pode-se dizer totalmente aplicado. Caso não se identifique o atendimento ao nível 100%, avaliam-se as CR previstas para o nível 50% e verifica-se se melhor representam a realidade da aplicação na prática. Caso ainda não corresponda, pode-se partir para o enquadramento intermediário em níveis de aplicação 25% ou 75%. O nível 0 indica que nenhuma CR é reconhecida.

Para atender o objetivo específico de pesquisa de propor adequações do modelo com relação à melhoria da eficiência do trabalho do montador em seu posto de trabalho, adicionou-se ao roteiro esse tipo de avaliação. Foram reservados espaços para indicação de duas avaliações de percepção de melhoria de produtividade: uma avaliação relativa à situação atualmente observada e outra indicativa do potencial de melhoria de produtividade quando da aplicação plena do elemento, ou seja, quando o nível de aplicação 100% for alcançado.

Os respondentes indicaram as suas percepções de melhoria na produtividade do montador para cada elemento avaliado, seguindo uma escala de 1 a 5 com extremos interpretados da seguinte forma:

- Nota "1" se ainda há clara presença de desperdícios evitáveis pela aplicação do elemento avaliado, fazendo com que o montador não exerça somente sua atividade-fim, portanto, realizando ainda muitas atividades de manuseio de material que não agregam valor no ponto de montagem, como andar, esperar, procurar material, ir atrás de disponibilidade de material, etc.;

- Nota "5", caso persistam atividades que não agregam valor, mas que são indispensáveis para realização da montagem, por exemplo, em função da tecnologia de manuseio de materiais em uso. Exemplos: carregar peças manualmente por não haver disponível braço móvel (balancim); uso de digitação de dados ao invés de escaneamento à laser, etc.

O recebimento dos roteiros de avaliação preenchidos correspondeu à coleta de dados primários da Fase 1 da pesquisa. Também foram coletados dados secundários, pela análise de documentos e pelos históricos de indicadores de desempenho e produtividade fornecidos pela empresa ao pesquisador, para os quais se observa restrição de divulgação. Objetivou-se confrontar essa fonte de dados secundária com os dados de campo primários obtidos pelos roteiros de avaliação.

Além disso, outros dados foram coletados pela observação direta do pesquisador, por meio de visita às áreas operacionais da empresa. Duas visitas ocorreram, em novembro/2013 e em fevereiro/2014, e focaram o entendimento do sistema de montagem e do abastecimento de linha, gerando fotografias e anotações de referência.

A utilização de três fontes de evidências - os roteiros de avaliação do modelo, a análise de registros documentais fornecidos pela empresa e a observação direta do pesquisador - visaram assegurar a qualidade da coleta dos dados e a respectiva comparação entre os dados obtidos por cada uma delas (triangulação).

Por se tratar de pesquisa qualitativa, não houve a pretensão de generalização dos resultados a partir da amostra utilizada e considerou-se não relevante a necessidade de serem adotados procedimentos sistemáticos de seleção de amostras (SAMPIERI *et al.*, 2006).

Diante dessa perspectiva, a amostra caracterizou-se como não probabilística intencional e por conveniência do pesquisador (SAMPIERI *et al.*, 2006). A seleção dos respondentes ocorreu, portanto, com base na escolha racional do pesquisador, buscando na população uma parte de interesse, pois o objetivo é de observação de fatores e mecanismos já em prática na empresa. Orientou-se pela identificação de respondentes mais adequados e com experiência nos elementos em análise (SAMPIERI *et al.*, 2006). A preocupação maior focou-se na capacidade de avaliação da maturidade dos elementos do modelo e de sua evolução, e no tempo de atuação na empresa, que deveria corresponder ao período de avaliação de 2012 a 2015.

Em função disso, solicitou-se à diretoria da empresa a indicação de respondentes com o os requisitos descritos e que fossem representantes da área de montagem e da área de logística de abastecimento, equilibrando aspectos de uma relação entre cliente e fornecedor de serviço. Buscou-se ainda, que as opiniões refletissem tanto o nível de gestão, como o de operação de cada área. Adicionalmente, procurou-se uma opinião neutra, que foi encontrada na área de coordenação de atividades do SCP da empresa.

Quanto aos procedimentos de análise dos dados obtidos em campo, os mesmos foram compilados e avaliados graficamente fazendo-se uso do software *Excel*. Compararam-se os dados em relação ao modelo LLMM e buscou-se identificar lacunas de conhecimento para adequações do modelo ou mesmo do sistema da empresa (SCP).

3.4 Fase 2 - Validação de observações por especialistas (técnica Delphi)

A Fase 2 da pesquisa compreendeu a validação de resultados pela técnica Delphi de formação de consenso, que é um tipo de pesquisa qualitativa, interativa, mediada pelo pesquisador, em que se utiliza de uma série de questionários para que os respondentes - sugere-se um mínimo de 20 especialistas - possam chegar a um acordo sobre projeções ou previsões de acontecimentos, em estudos exploratórios, ou ainda sobre a fixação de objetivos, em estudos normativos. O método Delphi foi desenvolvido inicialmente na *Rand Corporation*, EUA, na década de 1950, com o objetivo principal de se obter consenso de especialistas sobre previsões tecnológicas (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000).

A utilização deste método teve o intuito de validar fatores que tendem a influenciar a utilização do modelo LLMM de Höltz (2012) na indústria automobilística e para seleção de elementos que melhor se relacionam com o aumento da eficiência do montador, o que permite uma filtragem ou redução dos elementos do modelo, com vistas a essa finalidade. Além disso, objetivou-se melhorar a generalização analítica dos resultados obtidos com a amostra não probabilística da Fase 1 de pesquisa.

Aplicou-se um questionário fechado, adequado à técnica Delphi, com 20 perguntas, com cinco alternativas de resposta. As questões formuladas para a análise e validação pelos especialistas em SPE foram originadas a partir dos resultados e das relações pouco evidentes, obtidas pelos resultados da Fase 1 da pesquisa. De forma geral, envolveu-se os elementos com implementação incompleta ou relação menos conclusiva com a percepção de melhoria de eficiência, ou ainda, com relação aos esforços de implementação. Além disso, foram questionados os conceitos teóricos estudados neste trabalho e que ainda contam com pouca difusão ou unanimidade de opiniões na prática, como o conceito de planejamento *line back*, o fornecimento em *kits* e o uso de soluções tecnológicas para a logística enxuta interna.

Primeiramente, foi aplicado um teste piloto com três especialistas no dia 07 de março, com retorno dos questionários recebidos até 09 de março. Após ajustes, um questionário final foi submetido aos demais especialistas, como primeira rodada. Como prevê o método Delphi, não houve nenhuma interação do pesquisador com os respondentes no sentido de elucidar ou interpretar questões ou dúvidas. Devido a esse fato, houve a necessidade de realização de uma segunda rodada, com reenvio do questionário com dez questões reformuladas e com a

publicação das avaliações obtidas dos especialistas na primeira rodada. Com a segunda rodada atingiu-se a maioria absoluta para todas as respostas.

A primeira rodada de respostas teve um retorno de 100% dos questionários enviados a 23 especialistas, no período de 10 a 15 de março de 2016. A segunda e última rodada contou com 21 respostas, ou 91% de retorno, no período de 16 a 31 de março de 2016.

As respostas obtidas pelas duas rodadas de envio do questionário foram analisadas com auxílio do *software Microsoft Excel*, que facilitou a compilação das respostas e a análise da formação de consenso por resposta, que seguiu o critério adotado de maioria absoluta, ou seja, mais do que cinquenta por cento de opção por uma alternativa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os principais resultados obtidos após a aplicação dos procedimentos metodológicos e tratamento dos dados previstos. Estes resultados refletem as respostas e informações geradas nos pré-testes e nas fases 1 e 2 da pesquisa, que são analisados e discutidos a seguir.

4.1 Resultados do Pré-Teste

O pré-teste do roteiro de avaliação desenvolvido para a Fase 1 desta pesquisa foi considerado satisfatório. Perguntados em entrevista por fone, os dois respondentes que participaram do pré-teste disseram não ter tido dúvidas ou dificuldades que impedissem responder qualquer questão do roteiro e também não anotaram nenhuma observação respectiva a isso na coluna do roteiro prevista para esse fim.

Já o pré-teste do questionário elaborado para a Fase 2 da pesquisa, que buscou a convergência de opiniões de especialistas, indicou a necessidade de algumas reformulações de perguntas, o que é previsto pelo próprio método Delphi.

Com base nas sugestões recebidas dos três respondentes iniciais, quatro questões (9, 14, 16 e 20) foram reescritas para eliminar falsas interpretações. Após ajustes, chegou-se ao formato do questionário final, submetido aos demais especialistas na primeira rodada de questões.

4.2 Resultados da Fase 1 - Pesquisa de Campo

Como um primeiro resultado dessa fase de pesquisa, aponta-se a indicação dos nomes dos respondentes designados pela empresa para responder o roteiro de avaliação.

O Quadro 6 mostra o perfil dos respondentes do roteiro de avaliação da fase 1, todos eles atuantes desde o início das operações empresa.

Quadro 6 - Perfil dos respondentes do roteiro de avaliação do nível de aplicação dos elementos da LEI

Respondente	Área	Nível de atuação
1	Montagem	Gerente sênior
2	Montagem	Analista
3	Logística	Gerente
4	Logística	Analista
5	Sistema de Operações (SCP da empresa)	Coordenador

Fonte: Do autor.

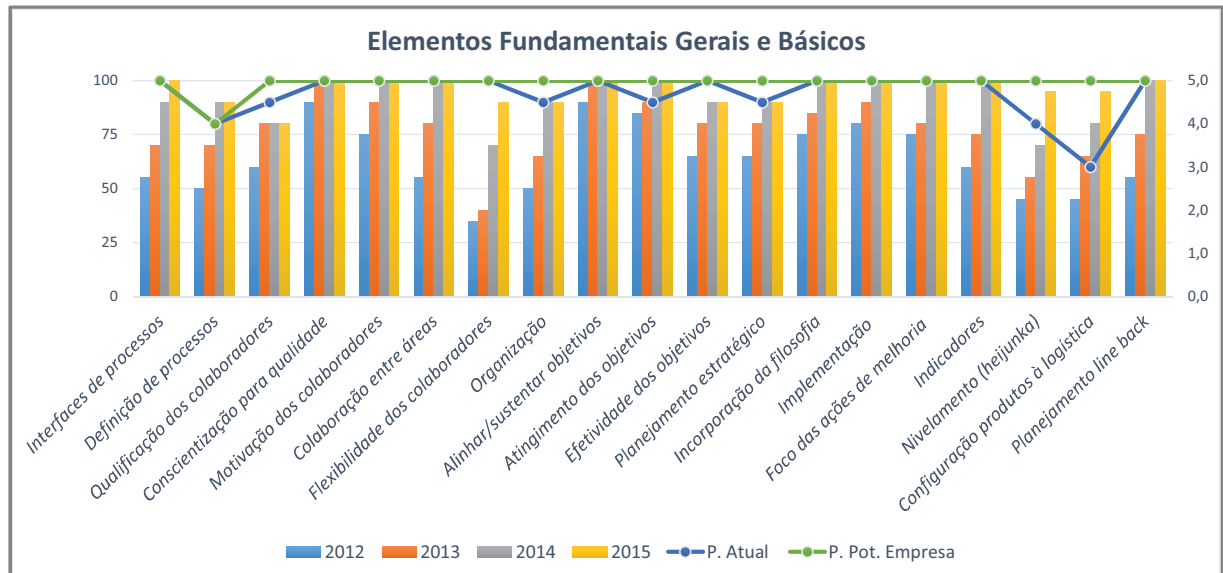
Após tratamento dos dados recebidos pelos roteiros de avaliação, o cálculo da média dos resultados gerou os gráficos analisados a seguir.

Os gráficos mostram sob a forma de barras a evolução percentual da maturidade de cada elemento fundamental na empresa por ano em análise (2012 a 2015) e, sob a forma de linhas, as duas avaliações de percepção de contribuição de cada elemento para melhoria da produtividade do montador: uma relativa à situação atual (linha P. Atual – Produtividade Atual) e outra indicativa do potencial de melhoria de produtividade quando da aplicação plena do elemento, ou seja, 100% implementado (linha P. Pot. Empresa - Produtividade Potencial).

Constata-se que todos os elementos fundamentais avaliados e constantes no modelo LLMM foram aplicados pela empresa durante os quatro anos considerados no estudo.

Pela análise da Figura 17 nota-se que seis elementos fundamentais gerais (EFG) e dois elementos básicos da LEI (EBLEI) foram avaliados como tendo implementação não concluída na empresa até o último ano do período analisado (2015).

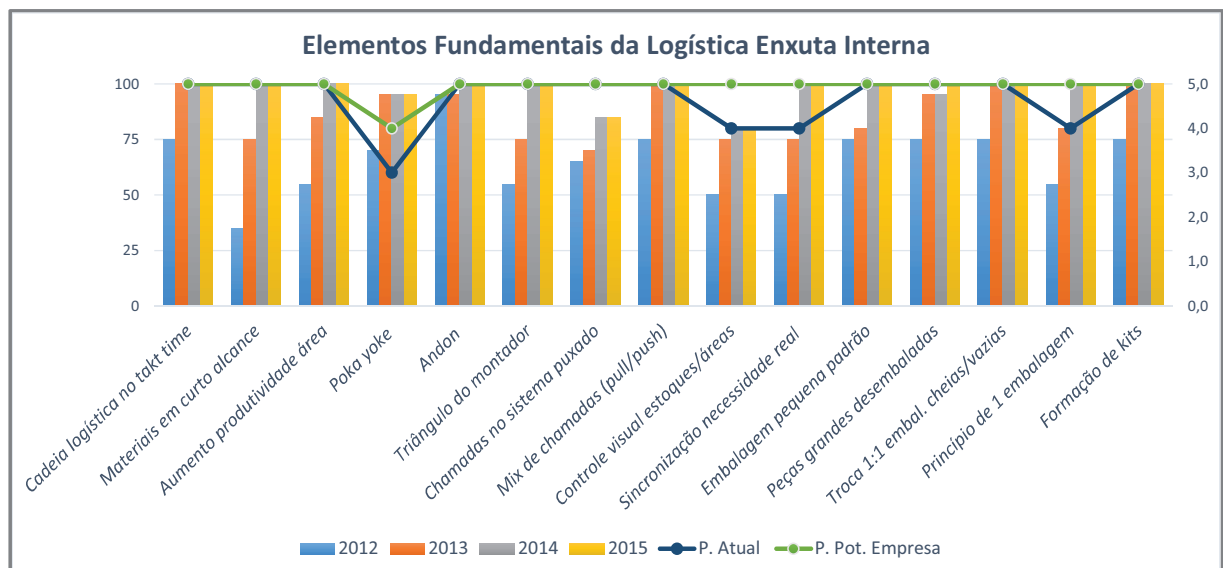
Figura 17 - Evolução dos elementos EFG e Básicos da LEI e relação com a produtividade do montador



Fonte: Do autor.

Da Figura 18 resulta que três elementos EFLEI não atingiram 100% de implementação até o último ano de avaliação.

Figura 18 - Evolução dos elementos EFLEI e relação com a produtividade do montador



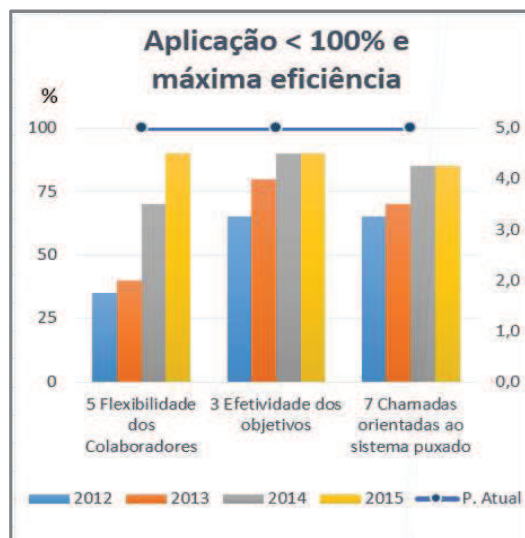
Fonte: Do autor.

Os respondentes avaliaram a maturidade desses elementos e não teceram observações referentes aos motivos pelos quais os elementos citados não tiveram suas implementações concluídas. Por essa razão, esses elementos foram considerados para a discussão e formulação de questões endereçadas aos especialistas em SPE na Fase 2 da pesquisa, com vistas a avaliar os prováveis critérios para a prioridade de implementação desses elementos.

Complementando a análise dos resultados dos gráficos das Figuras 17 e 18, percebe-se que os elementos “Efetividade dos objetivos”, “Flexibilidade dos Colaboradores” e “Chamadas orientadas ao sistema puxado”, mostrados separadamente na Figura 19, apesar de não terem sido 100% implementados, já propiciavam ao montador o máximo de desempenho possível, na percepção média dos respondentes.

Os respondentes da empresa apontaram que, com relação à “Flexibilidade dos Colaboradores”, foi aprovado em 2014, o chamado “banco de horas”, que apoia a flexibilização de jornadas de trabalho e o enfrentamento das necessidades de adaptação da produção ao cenário mercadológico. No que tange à “Efetividade dos objetivos”, a sistemática de Acordo de Metas em vigor incentiva e motiva todos os colaboradores - sejam eles diretos, indiretos ou administrativos - pois os convida a verificar, conjuntamente com as lideranças, o alcance dos seus objetivos individuais e a dar sugestões no processo de melhorias. No que diz respeito às “Chamadas orientadas ao sistema puxado” (ao consumo), o sistema *Kanban* é utilizado pelos métodos de *kanban* eletrônico e *kanban* visual e, paralelamente, diversos processos de melhoria contínua (*Kaizens*) trabalham constantemente toda a cadeia de suprimento, buscando reduções de tamanhos de embalagens para entrega nos postos de trabalho.

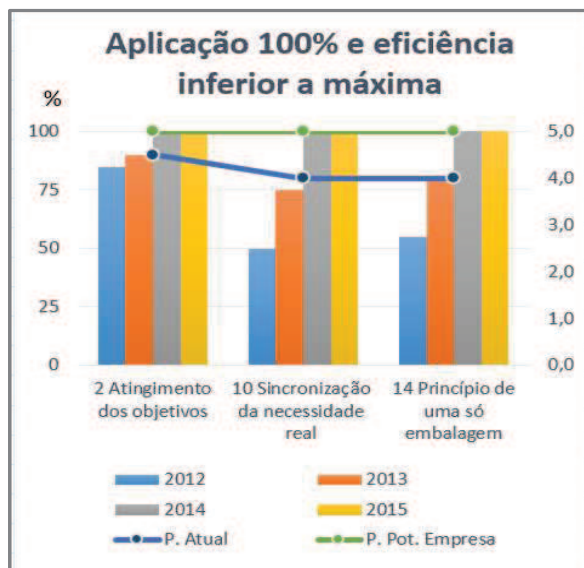
Figura 19 - Elementos com máxima eficiência e aplicação menor do que 100%



Fonte: Do autor.

Por outro lado, os elementos “Atingimento dos objetivos”, “Sincronização da necessidade real” e “Princípio de uma só embalagem” foram avaliados como plenamente implementados, porém, ainda não contribuíam plenamente para o melhor desempenho do montador. Apesar disso, apontou-se a expectativa desses elementos cumprirem esse objetivo futuramente, conforme mostrou a avaliação dos respondentes representada na Figura 20.

Figura 20 - Elementos com aplicação 100% e eficiência inferior à máxima



Fonte: Do autor.

Com relação ao elemento “Atingimento dos objetivos”, constatou-se que as verificações do cumprimento dos Acordos de Metas com os colaboradores realizam-se regularmente pelo respectivo gestor e, em casos de desvios e/ou não atingimento, é solicitada a elaboração de relatórios de "3 Gerações", que relatam “o que foi planejado, o que foi atingido e quais as dificuldades enfrentadas”, bem como propostas soluções futuras, com o intuito de se criarem planos de ação para recuperação de metas.

A “Sincronização da necessidade real” na empresa é realizada por meio de sistemas legados de TI, que não necessariamente são os mais atuais e eficientes; a implantação do módulo do SAP voltado à logística encontrava-se em andamento.

O “Princípio de uma só embalagem” possui um conceito sofisticado e encontrava-se ainda em implementação na própria matriz da empresa. Atualmente executam-se pilotos em algumas estações de trabalho da empresa no Brasil.

Somente para dois elementos não se esperava atingir a contribuição para máxima eficiência do montador, na visão dos respondentes. São eles:

- *Poka Yoke* (à prova de erros);
- Definição e Documentação de Processos.

Conforme relataram os respondentes, apesar do uso de *Poka Yokes* ser amplamente utilizado em todos os tipos de processos produtivos e contribuído de forma significativa para os resultados da qualidade como um todo, para os processos logísticos não se pode assegurar um abastecimento de materiais sem erros para todos os veículos e versões sequenciados no programa de produção, o que seria equivalente ao uso de um *Poka Yoke* logístico.

Apesar da “Documentação de processos” e demais instruções de trabalho serem de fácil acesso, regularmente atualizadas e contemplarem todas as responsabilidades com seus respectivos graus de detalhamento para assegurar a qualidade do produto e, quando aplicável, também as condições excepcionais de desvios de especificações serem igualmente documentadas, os colaboradores têm que ser igualmente criteriosos no cumprimento do que está prescrito na documentação e, para tanto, deve haver verificação regular pelas lideranças do cumprimento dos procedimentos escritos.

Esses dois elementos foram endereçados para a formulação de questões e discussão com os especialistas na Fase 2 da pesquisa.

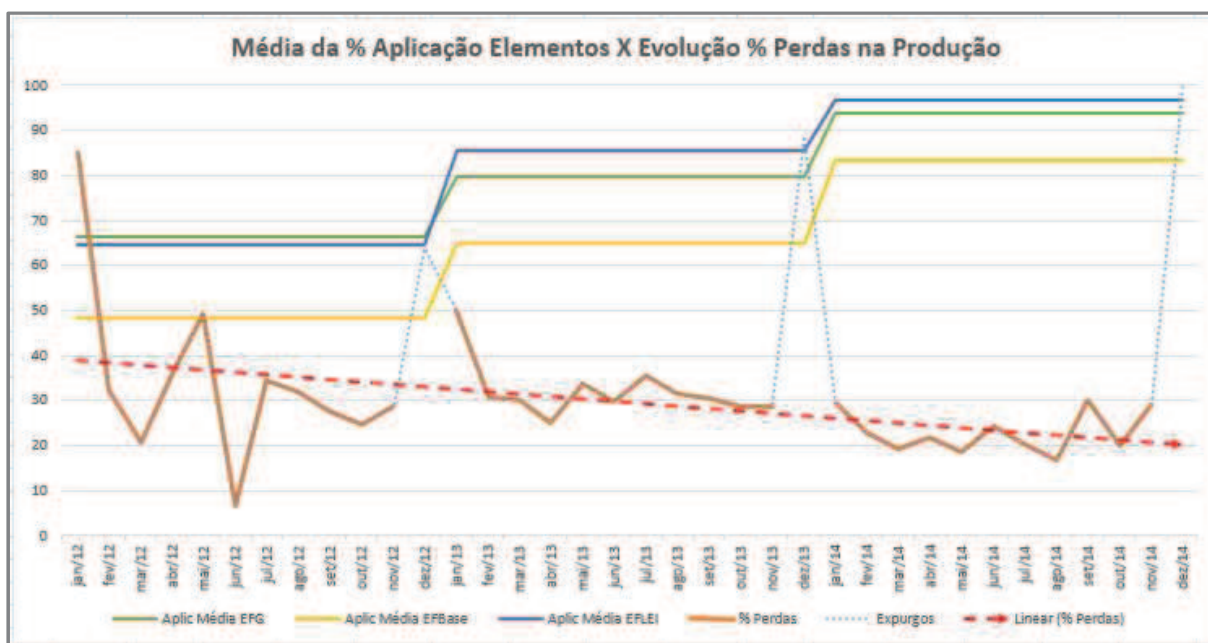
Realizou-se ainda uma análise da relação entre a evolução média da maturidade dos elementos do modelo com a evolução de perdas produtivas efetivas apontadas pela empresa. As perdas devem ser entendidas como parcelas das horas produtivas não dedicadas à produção de veículos (agregação de valor), ou seja, desperdícios ou realização de atividades necessárias, mas que não agregam valor, dentre as quais, aquelas envolvidas com o manuseio de materiais. Os valores das perdas foram obtidos por da análise de documentos fornecidos pela empresa.

Contrapondo-se as médias dos níveis de aplicação dos elementos (EFG, Básicos LEI e EFLEI), que aumentaram ano a ano, nota-se uma correlação gráfica - não testada estatisticamente - que sugere que a evolução da aplicação dos elementos da logística enxuta interna contribui progressivamente para a redução de perdas produtivas, uma vez que atua na eliminação de desperdícios no sistema de abastecimento de materiais e, com isso, libera mais tempo para a agregação de valor na montagem de veículos.

Diante do exposto, calculou-se pela função disponível do *software Excel*, a tendência linear da série de dados, obtendo-se uma linha de tendência decrescente da redução de perdas produtivas, que caiu pela metade (do índice 40 para 20) em 4 anos.

O resultado está representado no gráfico da Figura 21.

Figura 21 - Aplicação média anual dos elementos comparada com a tendência de perdas produtivas



Fonte: Do autor.

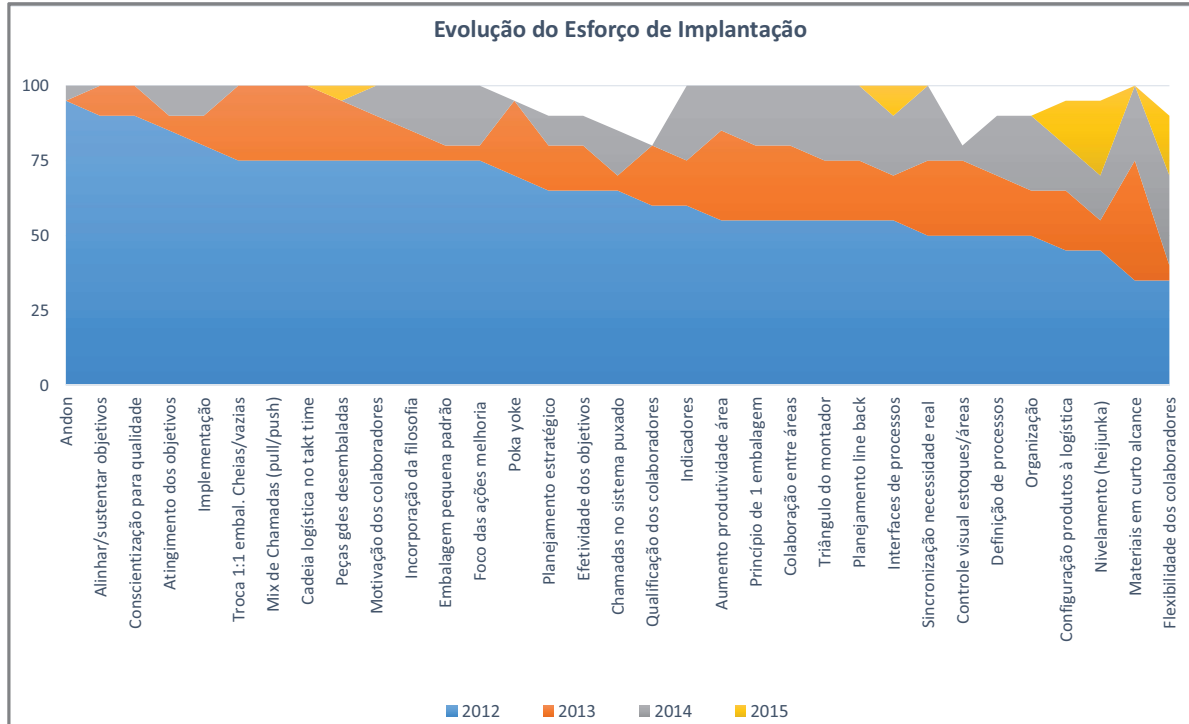
Nota-se uma oscilação mais acentuada no primeiro ano de operação (2012), apontadas pelos respondentes como inerentes aos ajustes de processos e política de inventários inicialmente adotada. Além disso, os meses de final de ano sofrem a influência da paralisação de produção para realização de inventários de encerramento contábil anual e, por isso, foram desconsiderados na avaliação de tendência de melhoria.

Os resultados recebidos pelos roteiros de avaliação permitiram também uma visualização gráfica cumulativa da evolução da aplicação dos elementos historicamente.

Pela análise do perfil de evolução cumulativo, nota-se que alguns elementos necessitaram de mais tempo do que outros para passar para um nível de aplicação superior, o que pode sugerir um maior esforço para implementação dos mesmos.

Essa evolução dos níveis de aplicação é representada graficamente pela Figura 22.

Figura 22 - Evolução dos esforços de implementação



Fonte: Do autor.

A análise pressupõe que esforços diferenciados foram empreendidos pela empresa para aplicação de determinados elementos.

As condições iniciais pré-existent na empresa favoreceram a ordem de aplicação de elementos da logística enxuta. De fato, durante a fase de construção ou reforma, como ocorreu com a empresa em estudo no primeiro ano de análise, pode ser favorecida a introdução de instalações ou melhorias tecnológicas necessárias a um determinado elemento, como por exemplo, ocorreu com a implementação de quadros *Andon* eletrônicos ou com os sistemas de chamadas de peças informatizados, que requerem cabeamentos e outras intervenções na estrutura predial e de sistemas. No mesmo contexto, o envolvimento da área de planejamento logístico de materiais na fase mais inicial do desenvolvimento de estações e postos de trabalho, facilitou em muito os esforços de implantação e o atendimento aos requisitos da logística enxuta de abastecimento, e assim favorecendo a melhor eficiência do montador. Além disso, puderam ser previstas, com maior antecedência, outras implicações logísticas com reflexo ao longo de toda a cadeia de suprimento.

Como parte integrante das análises, compararam-se as diferentes sequências de aplicação dos elementos: a estabelecida pelo modelo LLMM, a realizada efetivamente pela empresa analisada e uma outra, orientada à maximização de ganhos de eficiência do montador, proposta por este trabalho.

Essa última sequência citada foi proposta neste trabalho com a finalidade de evidenciar resultados a serem obtidos com o objetivo específico de maximizar a percepção de ganhos de eficiência na linha de montagem e, assim, facilitar o seu estudo. Buscou-se na literatura científica o embasamento referente às contribuições da disposição de materiais no posto de trabalho para o aumento da eficiência do montador. Como resultado, concebeu-se uma sequência que prioriza a aplicação dos elementos da logística enxuta interna relacionados mais objetivamente ao alcance da “Máxima Eficiência do Montador”, de forma abreviada “MEM”.

A sequência “MEM” privilegia a eliminação de desperdícios nas atividades do montador e a redução das atividades relacionadas ao manuseio de materiais. Em outras palavras, persegue-se uma otimização baseada no conceito *line back*, ou seja, que parte do posto de trabalho. Trata-se de uma sequência que pode servir ao desenvolvimento inicial de estações de montagem e que, portanto, preza a colaboração entre as áreas de engenharia de planejamento de processos, manufatura e planejamento logístico.

Nessa sequência, os primeiros elementos a serem aplicados são os EFLEI, que possuem influência mais direta na eliminação de desperdícios decorrentes da disposição de materiais e maior impacto na eficiência do tempo de montagem. Em uma etapa posterior envolvem-se os elementos que auxiliam o desempenho das atividades do montador, mas não influenciam diretamente o tempo de montagem. Trata-se de uma abordagem alinhada às definições de perdas propostas por Boysen (2008) e da classificação das atividades de montagem de Finnsgård (2012), discutidas no item 2.2.

O Quadro 7 apresenta a ordenação dos elementos e GMs para a sequência proposta.

Quadro 7 - Graus de maturidade para a sequência MEM proposta

1	Influência direta sobre andar, manuseio de materiais e balanceamento.
2	Influência indireta sobre andar, manuseio de materiais e balanceamento.
3	Influência forte sobre a eficiência do montador.
4	Influência fraca sobre a eficiência do montador.

Fonte: Do autor.

A partir desta proposta de evolução segundo os graus de maturidade (GM) propostos, chega-se a sequência MEM, representada no Quadro 8.

Quadro 8 - Sequência MEM proposta

MÁXIMA EFICIÊNCIA DO MONTADOR		
Tipo	Aspecto delineador	Elemento fundamental
EFLEI	Configuração do posto de trabalho	Cadeia logística vinculada ao <i>takt time</i>
EFLEI	Configuração do posto de trabalho	Materiais em curto raio de alcance
EFLEI	Configuração do posto de trabalho	Aumento da produtividade de área
EFLEI	Configuração do posto de trabalho	<i>Andon</i>
EFLEI	Configuração do posto de trabalho	Triângulo do montador
EFLEI	Configuração da disposição de materiais	Embalagem pequena padrão (KLT)
EFLEI	Configuração da disposição de materiais	Disposição de peças grandes sem embalagem
EFLEI	Configuração da disposição de materiais	Princípio de uma só embalagem
EFLEI	Configuração da disposição de materiais	Formação de <i>kits</i>
EBLEI	Base p/ implementação da logística enxuta	Conceito de planejamento <i>line back</i>
EFLEI	Configuração do posto de trabalho	<i>Poka yoke</i> (à prova de erros)
EFLEI	Configuração da disposição de materiais	Troca 1:1 de embalagens cheias e vazias
EFG	Configuração de processos	Interfaces de processos
EFG	Configuração de processos	Definição e documentação de processos
EFG	Envolvimento dos colaboradores	Qualificação dos colaboradores
EFG	Envolvimento dos colaboradores	Conscientização dos colaboradores para qualidade
EFG	Envolvimento dos colaboradores	Motivação dos colaboradores
EFG	Envolvimento dos colaboradores	Trabalho colaborativo entre áreas
EFG	Envolvimento dos colaboradores	Flexibilidade dos colaboradores
EFG	Envolvimento dos colaboradores	Organização
EBLEI	Base p/ implementação da logística enxuta	Nivelamento (<i>heijunka</i>) sistemas produtivos e logísticos
EBLEI	Base p/ implementação da logística enxuta	Configuração produtos adequada à logística
EFLEI	Configuração da chamada de material	Controle visual estoques e áreas (chamada)
EFLEI	Configuração da chamada de material	Sincronização da necessidade real
EFLEI	Configuração da chamada de material	Chamadas orientadas ao sistema puxado
EFLEI	Configuração da chamada de material	Mix de chamadas (<i>pull/push</i>)
EFG	Configuração da transformação <i>lean</i>	Foco das ações de melhoria
EFG	Definição de metas	Alinhamento e sustentação dos objetivos
EFG	Definição de metas	Atingimento dos objetivos
EFG	Configuração da transformação <i>lean</i>	Planejamento estratégico
EFG	Configuração da transformação <i>lean</i>	Incorporação da filosofia
EFG	Configuração da transformação <i>lean</i>	Implementação
EFG	Configuração da transformação <i>lean</i>	Indicadores
EFG	Definição de metas	Efetividade dos objetivos

Fonte: Do autor.

A comparação entre a sequência definida pela ordem original dos graus de maturidade (GM) do modelo LLMM e a sequência MEM, focada em ganhos de eficiência na montagem, foi comparada de forma gráfica.

O que diferencia as duas sequências é o foco. A sequência do modelo de Hölitz foca uma implantação no estágio inicial de configuração da operação e segue a sequência de implementação exposta no item 2.4. A mesma, praticamente, considera os elementos (EFLEI) ligados à disposição de materiais como a última etapa de implementação a ser empreendida. Já a sequência MEM privilegia a configuração do posto de trabalho e logo a seguir a configuração

da disposição de materiais - conforme conceito de planejamento *line back* - deixando os elementos organizacionais (EFG) para o final.

A Figura 23 apresenta a comparação gráfica das sequências LLMM e MEM.

Figura 23 - Comparação das sequências do modelo LLMM e a proposta MEM



Fonte: Do autor.

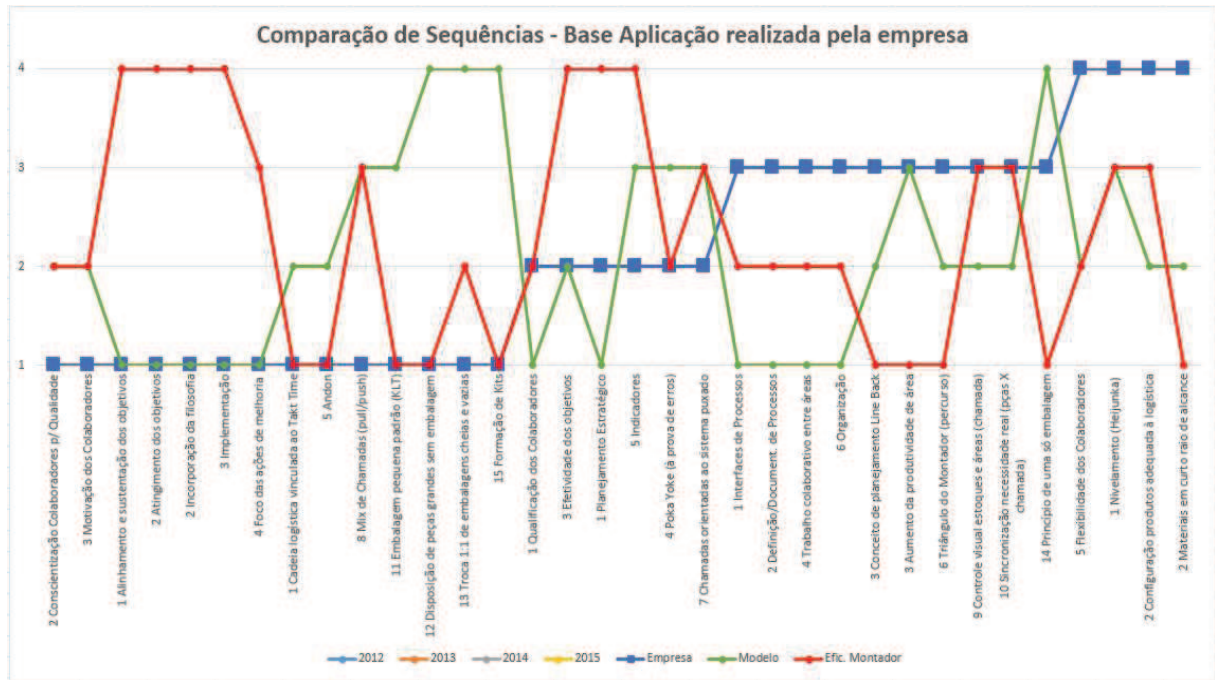
A sequência adotada pela empresa apresenta 29% de coincidência com a sequência MEM e 21% com o modelo LLMM. A sequência da empresa foi formada com base nos resultados coletados pelos roteiros de avaliação respondidos. A divisão em graus de maturidade foi estabelecida pelo pesquisador, com base nos agrupamentos mais evidentes definidos pelas datas de conclusão da aplicação dos elementos.

A sequência proposta pelo modelo LLMM não leva em consideração a intensidade dos esforços de implementação a serem empreendidos. Com base em entrevistas com os respondentes da empresa, percebe-se que as exigências do mundo corporativo influenciam a sequência de implementação a ser seguida. Algumas dessas exigências ou restrições impostas foram relatadas, como segue: o atingimento de metas executivas, diretrizes estratégicas, negociações sindicais, restrições orçamentárias e de investimentos, exigências das engenharias de produtos e de processos, disponibilidade de mão de obra para implementações mais complexas e para treinamentos, impactos de mudanças no sistema de gestão e na cadeia de suprimentos, entre outros aspectos, podem influenciar a sequência de aplicação. Essas

exigências e restrições corporativas foram endereçadas para validação por especialistas SPE na pesquisa Delphi.

Apesar da empresa ter tido a liberdade de concepção de postos de trabalho desde o estágio mais inicial, ela não priorizou os elementos da sequência MEM integralmente, como pode ser observado na Figura 24.

Figura 24 - Comparação de todas as sequências abordadas no estudo



Fonte: Do autor.

As diretrizes corporativas e a valorização da imagem da marca sugerem a prioridade dada ao elemento “Conscientização dos colaboradores para a qualidade”. A prioridade segue com o elemento “Motivação dos Colaboradores”, que se baseia na premissa adotada de “*lean* desde o início”, perseguida pela empresa desde o projeto da fábrica, conforme relatado ao pesquisador em visita à fábrica. As atividades dependentes de infraestrutura seguem na sequência, como no caso da instalação de *Andons*- os painéis luminosos para acionamento de ajuda - também utilizados para informações sobre a situação da produção. A partir daí, ainda no primeiro grau de maturidade da sequência da empresa, segue-se com o alinhamento ao primeiro grau de maturidade do modelo LLMM, destacando-se elementos ligados à definição de metas e à configuração da transformação *lean* (filosofia e foco em melhorias), também prioridades corporativas, conforme relatado ao pesquisador. Logo após entram elementos da configuração de posto de trabalho e da disposição de materiais, com prioridade ao fornecimento em *kits*, decidido desde o início de operação.

No segundo grau de maturidade da sequência da empresa continuaram a ser desenvolvidos elementos da Transformação *Lean*, porém, agora mais ligados ao planejamento estratégico, objetivos e indicadores, conforme indicam as datas de conclusão (atingimento do nível de aplicação 100%).

No terceiro grau de maturidade iniciou-se a documentação de processos e interfaces, assim como o trabalho colaborativo e a organização entre áreas. Complementou-se então a configuração do posto de trabalho e da chamada de material.

Por fim, restaram os elementos que tendem a ser mais custosos em termos financeiros e/ou negociais: a “Flexibilidade dos Colaboradores”, que envolve a conclusão de negociações sindicais; o “Nivelamento (*Heijunka*)”, como reflexo de ajustes de longo prazo para estabilização da cadeia de suprimento; a “Configuração produtos adequada à logística”, que é uma atividade de longo prazo em parceria e convencimento da Engenharia de Produto e a realização de “Materiais em curto raio de alcance”, que envolve investimentos em meios e dispositivos para facilitação do manuseio de materiais pelo montador. As impressões a respeito desses elementos foram confirmadas em reuniões via telefone (*call conference*) com os respondentes dos roteiros de avaliação.

Outra análise desenvolvida na Fase 1 de pesquisa contrapôs o conteúdo de avaliação descrito no modelo de maturidade LLMM com o conteúdo respectivo constante no SCP da empresa estudada, e ligado à avaliação da logística enxuta. Dessa análise resultaram as seguintes observações:

- A empresa não utiliza os elementos da Configuração da Transformação *Lean* para avaliação da logística enxuta interna. Os elementos respectivos constam, entretanto, no subsistema “Melhoria Contínua” do SCP da empresa. O mesmo vale para os elementos (EFG), “Motivação dos Colaboradores” e “Flexibilidade dos Colaboradores”, que constam no subsistema “Estrutura e Trabalho” do SCP da empresa.

- Por outro lado, verifica-se que o modelo LLMM poderia referenciar, em elementos pertinentes, conceitos da logística enxuta interna não abordados na avaliação de maturidade proposta, como: o princípio de fluxo contínuo; FIFO (sigla em inglês para “*First in, first out*”, método de controle de estoque que assegura o consumo de material mais antigo primeiro) e o “*One Piece Flow*” (em português, “fluxo de uma peça” é um conceito de produção onde os itens são processados de forma unitária e movidos direta e continuamente de um processo para outro).

- O modelo LLMM poderia fazer referência à influência da logística enxuta interna - mais especificamente com relação ao manuseio e coleta de materiais nos postos de trabalho – nos princípios básicos de montagem que a empresa leva em consideração:

- Montagem em sequência que previna o esquecimento de etapas (por exemplo, primeiramente a montagem de peças pequenas, depois de peças específicas de variantes de produto e, por último, as peças de série);
- Redução de adicionais de tempo de montagem em decorrência de pré-montagens e estoques intermediários.
- Montagem sem obstrução mútua de operadores;
- Minimização de processos que exijam mais de um homem;

- Além disso, o modelo LLMM poderia incluir elementos que tratem dos equipamentos da logística e suas utilizações:

- Equipamentos limitados à cada estação de trabalho;
- Flexibilidade e complexidade dos equipamentos relacionados à logística enxuta interna: balancins de movimentação de materiais, esteiras, prateleiras deslizantes, etc.;
- Utilização de máquinas e equipamentos relacionados à logística enxuta interna: disponibilidade operacional, plano alternativo para caso de quebras ou indisponibilidade, etc.

4.3 Resultados da Fase 2 - Pesquisa Delphi

Neste item encontram-se as respostas obtidas pela pesquisa Delphi, na qual foram envolvidos 23 especialistas no SPE e que também possuem experiência de trabalho na indústria automobilística.

A Figura 25 apresenta a classificação dos especialistas por tempo de experiência.

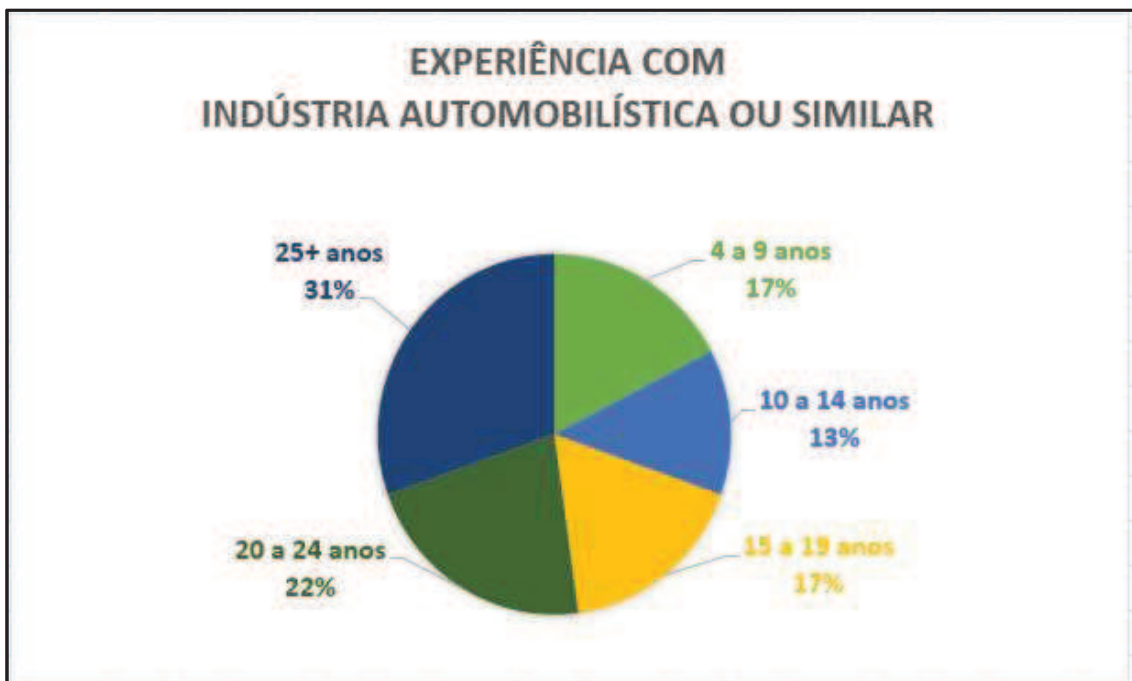
Figura 25 - Classificação dos especialistas por tempo de experiência com o SPE



Fonte: Do autor.

Já a Figura 26 mostra a distribuição dos especialistas envolvidos na pesquisa por tempo de experiência na indústria automobilística.

Figura 26 - Classificação dos especialistas por tempo de experiência na indústria automobilística



Fonte: Do autor.

A Figura 27 mostra a distribuição dos especialistas por área de atuação.

Figura 27 - Distribuição dos especialistas por área de atuação principal



Fonte: Do autor.

Cada especialista foi classificado em somente uma área de atuação e uma escala de tempo de experiência.

As avaliações recebidas para as 20 perguntas encontram-se representadas na Tabela 1, em valores absolutos e em percentuais relativos.

Verifica-se que cada pergunta tem uma resposta com valor percentual destacado em verde, que representa a resposta com a maioria simples (maior que cinquenta por cento), que foi o critério adotado.

Algumas questões encontram-se destacadas com sombreado cinza. Essas questões foram reformuladas, de uma forma mais detalhada, e submetidas aos especialistas em uma segunda rodada, pois não alcançaram consenso (maioria simples) nas respostas da primeira rodada.

Tabela 1 - Respostas das perguntas da pesquisa Delphi

No.	Questão	Sim, sempre	Em muitas ocasiões	Em algumas ocasiões	Raríssimas vezes	Não, nunca
1	O uso da filosofia <i>Poka Yoke</i> para suporte às atividades ligadas a materiais permite que o montador monte as diversas variantes de produtos (versões do mix de produtos) de forma acertada, não precise de tempo para verificar ou identificar se o item ou peça a montar é o correto, permite que ele se concentre apenas na atividade de montagem e, com tudo isso, ganhe produtividade?	6	15	0	0	0
		29%	71%	0%	0%	0%
2	A definição e documentação de processos, com fácil visualização e acesso irrestrito, para suporte às atividades ligadas a materiais desempenhadas pelo montador e pelo abastecedor, é imprescindível para atingimento da MEM?	17	3	2	1	0
		74%	13%	9%	4%	0%
3	Os benefícios da plena realização do conceito de "materiais em curto raio de alcance do montador" superam qualquer esforço (investimentos, dedicação de colaboradores) para sua implementação?	5	15	3	0	0
		22%	65%	13%	0%	0%

No.	Questão (cont.)	Sim, sempre	Em muitas ocasiões	Em algumas ocasiões	Raríssimas vezes	Não, nunca
4	Um nivelamento (<i>Heijunka</i>) eficaz de toda a cadeia de suprimento possibilita o abastecimento adequado à sequência de montagem das diversas variantes de produtos (versões do mix de produtos) na mesma linha de montagem, segundo o balanceamento planejado, com tempos de ciclo equilibrados e adequados ao <i>takt time</i> e, com isso, não há sobressaltos de ritmo produtivo do montador ou a necessidade de acréscimos de tempos em plano de produção para compensação das diferentes variantes a montar, ganhando-se assim produtividade?	14	6	1	0	0
		67%	29%	5%	0%	0%
5	Os benefícios da plena realização do conceito de "projeto de produto adequado aos requisitos logísticos" superam qualquer esforço (investimentos, dedicação de colaboradores) para sua implementação?	6	12	4	1	0
		26%	52%	17%	4%	0%
6	Os benefícios a serem percebidos na MEM, com o aumento da velocidade de resolução de problemas e da tomada de decisão entre as áreas de produção e logística, superam qualquer esforço para sua implementação?	12	7	4	0	0
		52%	30%	17%	0%	0%
7	A implementação de uma Gestão Visual padronizada para identificação de níveis de material em embalagens e organização do fluxo de materiais e embalagens cheias e vazias, dentro dos postos da linha de montagem, sempre é compensadora, pois permite a verificação imediata da situação dos níveis de estoque pelo montador e acionamento da chamada de reabastecimento a tempo, evitando desperdícios de espera, andar, movimentação excessiva, entre outros?	9	11	1	0	0
		43%	52%	5%	0%	0%

No.	Questão (cont.)	Sim, sempre	Em muitas ocasiões	Em algumas ocasiões	Raríssimas vezes	Não, nunca
8	Os benefícios a serem percebidos na MEM, com a implementação de uma sincronização real plena de todos os processos de demanda e chamada de material na empresa, superam qualquer esforço (investimentos, TI, qualificação e envolvimento de colaboradores) para sua implementação?	6	14	2	0	1
		26%	61%	9%	0%	4%
9	É imprescindível um nível de qualificação* mínimo em <i>lean</i> do montador, para que se atinja a MEM? * referente aos conceitos e uso das técnicas do <i>lean</i> (produção e logística enxutas) e suas interações entre a logística e a produção: por ex. estoque em processo (WIP), sequência de trabalhos, chamadas de peças, etc.	12	7	3	1	0
		52%	30%	13%	4%	0%
10	A implementação do conceito de "embalagens únicas no posto de trabalho" (ao invés, por exemplo, do princípio de 2 embalagens, uso de carrinhos com <i>kits</i> de montagem, etc.) permite ganho de área no posto de trabalho e nas prateleiras de materiais (racks, etc.), favorecendo a melhor visualização de embalagens e materiais e a permanência do montador mais próximo do objeto de montagem, evitando desperdícios como andar, movimentação excessiva, menor tempo de procura por material e eliminação ou redução do tempo gasto para acionamento de chamada para reabastecimento, ganhando-se assim produtividade, que deve compensar investimentos a serem feitos (ajustes de sincronização de entrega e demanda, uso de tecnologia, aproximação de áreas de abastecimento, etc.)?	0	5	16	0	0
		0%	24%	76%	0%	0%

No.	Questão (cont.)	Sim, sempre	Em muitas ocasiões	Em algumas ocasiões	Raríssimas vezes	Não, nunca
11	Os benefícios a serem percebidos na MEM com a implementação do conceito de "fornecimento de <i>kits</i> para montagem" superam qualquer esforço (por ex. trabalho adicional de formação e sequenciamento de <i>kits</i> , adequação da cadeia de suprimentos, etc.) para sua implementação?	6	15	1	1	0
		26%	65%	4%	4%	0%
12	As metas corporativas (por ex. acordos de metas anuais com os gestores) e as decisões sobre prioridades, tomadas pela alta administração em função de situações de crise ou de lucratividade, influenciam ou podem mudar o planejamento traçado para o desenvolvimento contínuo da maturidade da logística enxuta interna?	4	17	0	0	0
		19%	81%	0%	0%	0%
13	A grande maioria das lideranças, ao constatarem oportunidades de ganhos de produtividade pela economia de tempo do montador (tempo de montagem), escolhem implementá-las o mais rápido possível, mesmo que isso custe uma desestabilização do sistema logístico enxuto implantado ou em implantação (gestão de estoques, formas de disposição de material no posto de trabalho, quebras de sequência de produção e abastecimento, etc.)?	0	11	10	0	0
		0%	52%	48%	0%	0%
14	Na prática, a configuração do posto de trabalho e abastecimento de materiais em linhas de montagem acaba ocorrendo sem o envolvimento dos montadores e abastecedores (qualificação dos colaboradores, conscientização para a qualidade e melhoria contínua)?	0	12	8	3	0
		0%	52%	35%	13%	0%

No.	Questão (cont.)	Sim, sempre	Em muitas ocasiões	Em algumas ocasiões	Raríssimas vezes	Não, nunca
15	A maioria das montadoras automobilísticas prioriza ganhos de eficiência (eliminação de desperdícios) na produção (linhas de montagem), em detrimento do cumprimento fiel ao planejamento de um roteiro estruturado de melhorias dos processos de logística, que contemple uma sequência de pré-requisitos para sua evolução (por ex. manutenção de um ritmo de produção (<i>takt</i>) por tempo adequado, antes de se introduzir o sistema <i>kanban</i>)?	0	8	13	0	0
		0%	38%	62%	0%	0%
16	A prioridade da Engenharia ou Planejamento da Manufatura é a configuração técnica do posto de trabalho em linhas de montagem (atender requisitos da produção/ montagem), ficando em segundo plano os requisitos do abastecimento de materiais (tipos e tamanhos de embalagens, racks, métodos de chamada, etc.), até por falta de conhecimento específico ou da inexistência de representantes de uma área de engenharia ou planejamento dedicado à logística interna?	0	11	10	0	0
		0%	52%	48%	0%	0%
17	Para a máxima performance dos processos de montagem ("cliente interno") e da logística de abastecimento ("prestadora de serviço") é necessário o estabelecimento de acordo de metas e/ou de nível de serviço entre as áreas, com indicadores de processo e de resultados, alinhados com o planejamento estratégico da empresa e que esses sejam monitorados quanto ao seu cumprimento?	3	6	12	0	0
		14%	29%	57%	0%	0%

No.	Questão (conclusão)	Sim, sempre	Em muitas ocasiões	Em algumas ocasiões	Raríssimas vezes	Não, nunca
18	O que se observa na prática do chão-de-fábrica é uma falta de atribuição clara das atividades ligadas ao abastecimento de materiais ("quem faz o que e quando"), entre a produção (montador) e a logística (abastecedor), com relação à disposição física nos postos, baixas em sistemas, chamadas para reabastecimento, separações, sequenciamentos, etc., bem como a respectiva documentação dos processos e responsabilidades de ambos?	2	6	11	2	0
		10%	29%	52%	10%	0%
19	A eliminação de desperdícios no posto de trabalho do montador sempre compensa qualquer aumento de trabalho para a logística de abastecimento (redução do tamanho de embalagens, maior frequência de abastecimentos, etc.)?	4	12	5	2	0
		17%	52%	22%	9%	0%
20	É mais rápido alcançar a MEM através de soluções e inovações tecnológicas para melhoria do posto de trabalho e seu abastecimento de materiais em linhas de montagem, do que com um processo de melhoria contínua desenvolvido pelos colaboradores?	0	4	12	7	0
		0%	17%	52%	30%	0%

Fonte: Do autor.

Com base nos consensos obtidos pelas respostas aos questionários, foi possível avaliar, a opinião dos especialistas quanto à cada tema abordado nas questões relacionadas a esta pesquisa.

Quanto aos temas relacionados aos elementos técnicos (EFLEI) do modelo LLMM, ou seja, as questões do questionário Delphi seguintes:

1 - *Poka Yoke* em processos logísticos;

3 - Materiais em curto raio de alcance;

- 7 - Gestão visual de níveis de material no posto;
- 8 - Sincronização dos processos de demanda e chamada de material;
- 10 - Embalagens únicas no posto e
- 11 - Fornecimento em kits para a montagem.

Verifica-se que estas questões apresentaram consenso entre os especialistas, de que sua implementação é, em grande parte das vezes, compensatória por trazer ganhos de desempenho ao montador. Uma exceção foi a implementação de “Embalagens únicas no posto”, que só em algumas vezes foi recomendada com relação ao seu benefício ao montador. Reforça-se que esse é um conceito ainda pouco difundido, em que cada estação de trabalho é abastecida segundo um planejamento individual para toda sua gama de materiais onde os montadores só se ocupam na zona de montagem, com a mínima intervenção na chamada de material e, portanto, com alta contribuição à eficiência produtiva.

Com relação aos temas relacionadas aos elementos EFG, os consensos foram evidentes nas questões:

- 2 - Documentação de processos (referentes à execução de atividades próprias);
- 6 - Velocidade de resolução de problemas e tomada de decisão (Elemento Organização) e
- 9 - Qualificação do colaborador.

Houve consenso de que a implementação é sempre uma importante contribuição ao desempenho do montador, apesar dos respondentes da empresa terem apontado na pesquisa da Fase 1, não esperar potencial máximo de melhoria de produtividade para o elemento “Documentação de processos”.

Já as questões:

- 12 - Metas corporativas (Elemento Planejamento Estratégico);
- 13 - Influência das lideranças (Elemento Organização) e
- 14 - Envolvimento dos colaboradores

Apresentaram consenso de que os elementos envolvidos são em muitas ocasiões determinantes dos rumos do desenvolvimento da logística enxuta interna.

Quanto às questões:

17 - Acordo de Metas (no sentido de contribuição para desempenho da montagem) e

18 - Documentação de processos (referente à execução de atividades em interfaces).

Pode-se afirmar que houve um consenso de que esses elementos apenas em algumas vezes contribuem para melhoria de desempenho operacional. Também na avaliação pelos respondentes da pesquisa na empresa, não se tem expectativa de que esses elementos, mesmo com plena implementação, contribuam de forma plena ao desempenho da montagem.

As questões com referência direta aos elementos básicos da LEI foram incluídas por terem sido analisadas como indicativas de alto esforço de implementação na empresa:

4 - Nivelamento (*Heijunka*) e

5 - Projeto de produto adequado aos requisitos logísticos

Para os especialistas não há dúvida de que o nivelamento da cadeia de suprimento é indispensável para possibilitar o abastecimento eficiente da linha de montagem. Já o benefício da adequação de projeto de produto à logística, apenas em algumas vezes compensa sua implantação.

As questões remanescentes trataram de aspectos mais amplos.

As questões 16 e 19 remeteram ao conceito de otimização *line back*. A primeira questionou se a prioridade da Engenharia de Manufatura é a configuração técnica do posto de trabalho, relegando o planejamento do abastecimento de material a um segundo plano; a segunda pediu um aval para a eliminação de desperdícios no posto de trabalho às custas de um aumento de trabalho para a logística de abastecimento. Para ambos os casos, o consenso foi afirmativo e válido em muitas ocasiões.

A questão 20 tratou de uma polêmica, no âmbito do SPE, sobre a diferença da velocidade de realização de melhorias de produtividade do montador por meio de soluções tecnológicas ou por um processo de melhoria contínua desenvolvido pelos colaboradores (também ligado ao elemento EFG “Motivação dos Colaboradores”). O consenso foi de que, em algumas vezes, as soluções tecnológicas prevalecem, com tendência a raríssimas vezes. Não se pode esquecer aqui dos benefícios dos aspectos motivacionais, que garantem uma sustentação de melhorias implementadas, quando essas são realizadas com compromisso e entendimento do processo por parte do trabalhador, como prega a filosofia essencial do SPE.

Por último, a questão 15 indagou se a maioria das montadoras automobilísticas prioriza ganhos de eficiência na produção (linhas de montagem) em detrimento do cumprimento de um roteiro estruturado de melhorias dos processos logísticos (evolução da maturidade). Não se pôde afirmar categoricamente que sim. Os especialistas afirmaram com 38% em muitas vezes e 62% em algumas vezes. Essa questão tem afinidade direta com o objetivo de pesquisa sobre a relação do desenvolvimento da maturidade e melhorias de eficiência na montagem. De forma complementar, e, com base em outras respostas do Delphi, os especialistas apontaram que só “em algumas vezes” as empresas e as lideranças optam por ganhos de eficiência pontuais em detrimento da evolução e/ou estabilidade do sistema logístico. Por outro lado, afirmaram que condições conjunturais ou acordos de metas executivas podem “em muitas vezes” influenciar o curso do desenvolvimento da logística enxuta, estabelecendo uma relativa dicotomia.

4.4 Considerações finais

Neste estudo foram avaliados 34 dos 45 elementos do modelo LLMM de Hölitz (2012) e constatou-se que apenas 12 elementos se encontravam em um nível de aplicação anterior ao máximo, ao final dos quatro anos (2012 a 2015) de operação da linha de montagem da empresa. Os demais elementos encontravam-se em nível de aplicação 100%, o que sugere que todos os elementos avaliados foram de certa maneira implementados. A empresa indicou que continua a trabalhar no sentido de alcançar o nível máximo de aplicação também para os 12 elementos, nos próximos dois anos, e que empreende auditorias regulares para sustentar o nível de aplicação já atingido. Os resultados e a evolução histórica das avaliações dos elementos obtidos com o modelo LLMM mostraram-se coerentes com os resultados de avaliações e auditorias realizadas pela empresa com base em seu sistema corporativo de produção, que se realizam desde o final de 2012. Os resultados também são compatíveis com o atingimento satisfatório das metas estabelecidas para os indicadores de performance da logística de abastecimento da linha de montagem no período de análise, conforme mostrado pelos respondentes ao pesquisador, e que indicam a capacidade de atendimento aos requisitos do SPE em vigor.

Pela classificação proposta por Hölitz (2012), a logística interna da empresa encontra-se em um Grau de Maturidade “GM4”, o que significa que a mesma já estabeleceu uma forma

holística de otimizar sua estrutura logística, com capacidade de se adaptar continuamente às diferentes situações de operação, também em relação a cada um de seus elementos individuais.

O estágio de maturidade é refletido nas respostas dos roteiros de avaliação submetidos, que representaram as visões tanto da área de logística - prestadora de serviços – como da produção (montagem) - cliente dos serviços da logística. As avaliações de ambas as áreas coincidiram em termos da situação final de aplicação dos elementos da logística interna de abastecimento, com pequena variação na percepção da evolução histórica da aplicação.

A análise detalhada da sequência de aplicação dos elementos do modelo LLMM, sugere que, a implementação conforme os graus de maturidade sucessivos definidos pelo modelo LLMM, mostra-se mais adequada às organizações em fase de concepção ou em início de implantação de um SPE, onde a priorização dos elementos fundamentais gerais e os básicos promovem um ambiente e processos equilibrados entre a produção e logística. Já as organizações com fundamentos do SPE consolidados na rotina de trabalho, podem partir para uma sequência de aplicação de elementos que priorizem maiores ganhos de eficiência do montador. Não há, todavia, uma solução única a ser adotada. Como primeiro passo, sugere-se aplicar o roteiro de avaliação para verificação do estado atual da maturidade da logística enxuta interna e, a partir do resultado, decidir-se pela melhor estratégia de desenvolvimento em direção a um estado futuro em termos de maturidade, a ser alcançado respeitando-se os pré-requisitos de interdependências e interações entre os elementos e orientando-se ao atingimento de metas corporativas envolvidas, como por exemplo, o aumento da produtividade da montagem. De qualquer maneira, percebe-se a importância de se ter um modelo de referência como o LLMM, tanto para a realização do diagnóstico da situação atual, como para a definição de uma estrutura logística futura que atenda aos requisitos de desempenho almejados.

Neste trabalho, optou-se pela avaliação de 34 elementos do modelo LLMM, conforme o escopo de estudo definido para a pesquisa (item 1.4) e com o propósito de se explorar uma aplicação abrangente do modelo em uma linha de montagem no Brasil. Na prática, assim como o explicado anteriormente para a determinação da sequência de aplicação de elementos, as peculiaridades, recursos e estratégias de cada empresa podem influenciar a decisão sobre os aspectos delineadores e os elementos da estrutura logística a serem desenvolvidos. Assim como na avaliação, sugere-se que a subjetividade para a seleção dos elementos a se desenvolver, seja minimizada pela participação de representantes de áreas funcionais diversas. Adicionalmente, pode-se lançar mão de uma ponderação diferenciada entre os aspectos delineadores ou mesmo entre os elementos da logística enxuta interna, definida de acordo com o perfil, necessidades e

diretrizes de cada empresa, determinando assim um desenvolvimento seletivo e reduzido de elementos da estrutura logística. Nesse sentido, a técnica Delphi poderia ser aplicada com especialistas para atribuição de pesos e para determinação de fatores de decisão, que permitiriam filtrar o número de elementos, por exemplo, para atendimento de um segmento de mercado específico. Outra opção seria o envolvimento de especialistas externos, que poderiam acompanhar tanto o processo de avaliação, como o de adaptação do modelo, aumentando a objetividade e a velocidade de execução e também as definições de ações de melhoria e de tomada de decisão.

5 CONCLUSÃO

O modelo LLMM de Höltz (2012) é um dos primeiros a reunir os elementos fundamentais correspondentes às ferramentas e métodos da logística enxuta interna, sob a forma de um modelo de maturidade, denominado LLMM - *Lean Logistics Maturity Model*.

O objetivo específico de se aplicar o modelo LLMM para avaliação da maturidade da logística enxuta de abastecimento de material à linha de montagem de uma empresa no Brasil foi alcançado. O estudo comprovou a aplicabilidade do modelo em uma linha de montagem de caminhões no Brasil e observou-se que todos os elementos fundamentais previstos são passíveis de serem implementados. Com o uso do roteiro de avaliação elaborado na pesquisa foi possível medir o nível de aplicação, ou seja, o grau de enquadramento de cada elemento da logística enxuta interna às características relevantes definidas pelo modelo LLMM, e assim permitir uma gestão sistemática sobre o desenvolvimento da logística enxuta interna em direção ao estágio de maturidade que se planeja alcançar.

Em atendimento a outro objetivo específico do trabalho, verificou-se o modelo de implementação da logística enxuta interna adotado pela empresa, baseado no seu sistema corporativo de produção (SCP) e na sua estratégia de evolução da maturidade da estrutura logística interna. O estudo explorou a importância da velocidade de evolução da maturidade dos elementos e a sequência de implementação dos mesmos, que acabam resultando em um diferencial característico exclusivo de cada empresa e determinante de sua competitividade.

O modelo LLMM foi confrontado com o modelo de implementação adotado pela empresa, conforme previsto em objetivo específico. Puderam ser identificadas diferenças em seus escopos. Essas diferenças foram transcritas como propostas para o aperfeiçoamento do sistema corporativo de produção (SCP) da empresa e para uma avaliação mais abrangente da maturidade da logística enxuta interna pelo modelo LLMM, com a possibilidade de se assimilar elementos complementares em sua estrutura.

Alinhada com o último objetivo específico definido, a pesquisa propôs uma adequação do uso do modelo LLMM, a fim de relacionar a avaliação da maturidade de cada elemento do modelo com a percepção de melhoria de eficiência do montador na linha de montagem. A pesquisa contemplou análises da evolução da maturidade dos elementos, esforços de implementação dos mesmos, relação com perdas produtivas e confronto de possíveis sequências de implementação de elementos - inclusive desenvolvendo uma sequência

alternativa, com vistas à melhor performance do montador. A pesquisa Delphi com especialistas em SPE da indústria automobilística, complementou o entendimento dos resultados da pesquisa de campo e auxiliou no esclarecimento das relações entre a aplicação dos elementos da logística enxuta interna e os seus benefícios à melhoria de eficiência na montagem automobilística.

O objetivo geral da pesquisa foi atingido com a exploração do uso do modelo de maturidade LLMM de Hölitz (2012) em uma montadora com sistema de produção e logística enxutas estabelecido e padronizado globalmente. Mostrou-se que a utilização do modelo LLMM pode servir às empresas como referência para a configuração da estrutura de elementos técnicos e organizacionais fundamentais para uma logística enxuta interna e servir como um roteiro individualizado para o desenvolvimento de cada elemento fundamental de forma adequada às estratégias, possibilidades e necessidades de cada empresa, como por exemplo, a necessidade do incremento da produtividade do sistema de montagem.

Como sugestões para futuros trabalhos, os seguintes temas são propostos:

- Complementar a avaliação do uso do modelo LLMM na continuidade da cadeia de otimização da logística enxuta interna proposta pelo conceito *line back*, ou seja, a partir do nível da chamada de reabastecimento de materiais, onde se limitou o escopo do presente trabalho, seguindo para as próximas áreas da logística enxuta interna;

- Avaliar o uso do modelo em outros segmentos de atuação, que façam uso de linhas de montagem manuais. O modelo de maturidade LLMM foi desenvolvido de acordo com a experiência e boas práticas da indústria automobilística, mas é passível de ser aplicado em outros segmentos de atuação. Eventualmente, considerar uma ponderação diferenciada entre os aspectos delineadores da logística enxuta interna;

- Utilizar as relações de causa e efeito entre as variáveis correlatas identificadas por esta pesquisa qualitativa, como base para a realização de pesquisas quantitativas. Por exemplo, pesquisas comparativas entre ganhos e perdas derivados de otimizações dos sistemas de montagem e de logística e suas compensações;

- Aprofundar estudos a respeito da relação dos requisitos para abastecimento de material e o desenvolvimento de processos de montagem e seus impactos na cadeia de suprimento;

- Realizar estudos sobre a relação do desenvolvimento da logística enxuta interna e seu impacto nas estratégias empresariais, propondo soluções com os melhores benefícios econômicos e organizacionais.

REFERÊNCIAS

- ALTHOFF, K. Erfolgreich mit Lean Logistics. in: **Logistik für Unternehmen**, Vol. 23, 2009.
- ANTONELLI, G. J.; SANTOS, A. C. O. Maturidade da manufatura enxuta nas empresas: uma revisão bibliográfica. In: **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Fortaleza, CE. Brasil, 2015
- ANTUNES, J. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projetos e gestão da produção enxuta**. Bookman, 2008.
- ANTUNES, D. **Análise de problemas e propostas de melhoria nos processos de abastecimento de materiais às linhas de produção: Um caso de estudo na indústria automóvel**. Universidade do Minho, Portugal, 2012.
- AUTONEWSTV. **Imagens da inauguração da empresa**. Disponível na internet: <https://www.youtube.com/watch?v=J-ZIB6QHjCg>. Acesso em 20.out.2014.
- BALLOU, R. **Logística empresarial**. São Paulo: Atlas, 1993.
- BAUDIN, M. **Lean assembly: the nuts and bolts of making assembly operations flow**. Productivity Press, 2002.
- BAUDIN, M. **Lean logistics: the nuts and bolts of delivering materials and goods**. New York Productivity Press, 2004.
- BEACH, R., MUHLEMANN, A. P., PRICE, D. H. R., PATERSON, A., & SHARP, J. A. A review of manufacturing flexibility. **European Journal of Operational Research**, v. 122, n. 1, p. 41-57, 2000.
- BICHENO, J. **The new lean toolbox: towards fast, flexible flow**. Buckingham, UK: PICSIEBooks, 2004.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BOYSEN, N.; FLIEDNER, M.; SCHOLL, A. **Sequencing mixed-model assembly lines to minimize part inventory cost**. Or Spectrum, 30(3), 611, 633. 2008.
- BOYSEN, N. et al. Part logistics in the automotive industry: Decision problems, literature review and research agenda. Elsevier - **European Journal of Operational Research** v.242, 14 p., 2015.
- BRIALES, J. A. **Melhoria Contínua Através do Kaizen: Estudo de Caso**. 156f. Dissertação (Mestrado em em Sistemas de Gestão pela Qualidade). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.
- BRYMAN A., BELL E. **Business Research Methods**. New York: Oxford University

Press, 2007.

ČIARNIENĖ, R.; VIENAŽINDIENĖ, M. Lean manufacturing: theory and practice. **Economics and management**, v. 17, n. 2, p. 726-732, 2012.

COELHO, J. B.; ANTUNES JÚNIOR, J. A.; LEIS, R. P.. **Sistema de Produção Enxuto e Sistema Sócio-Técnico**: Impactos na Organização do Trabalho em Uma Empresa de Medidores de Energia. ANPAD, 2007

CONNOR, G.. **Lean manufacturing for the small shop**. Society of Manufacturing Engineers, Dearborn MI, 2001.

CORAKCI, M. **An Evaluation of Kitting Systems in Lean Production**. Master's Thesis, University of Borås. Sweden, 2009.

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

CLARKE, C. **Automotive production systems and standardization: from Ford to the case of Mercedes-Benz**. Springer Science & Business Media, 2005.

DAI, J; LEE, N. Economic feasibility analysis of flexible material handling systems: A case study in the apparel industry. **Int. J. Production Economics**, v.136, n. 1, p. 28-36, 2012.

DEIWIKS, J. *et al.* Lean im indirekten Bereich. In: **zfo - Zeitschrift Führung + Organisation**, Vol. 77, 2008.

DEMPSEY, P.; MATHIASSEN; S. On the evolution of task-based analysis of manual materials handling, and its applicability in contemporary ergonomics. **Applied Ergonomics**, 37, 33-43, 2006.

FERREIRA, C. B.; SAURIN, T. A. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Revista Gestão da Produção**, vol. 15, n. 3, p. 449-462, set./dez. 2008.

FINNSGÅRD, C.; WÄNSTRÖM, C.; MEDBO, L.; NEUMANN, W. P Impact of materials exposure on assembly workstation performance. **International Journal of Production Research**, 49(24), 7253–7274, 2011.

FINNSGÅRD, C. **Materials exposure: the interface between materials supply and assembly**. 114f. Thesis for the degree of doctor of philosophy. Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2012.

FOLLMANN, N. **Modelo de maturidade logística para empresas industriais de grande porte**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

FORD MOTOR COMPANY. **Governance Sustainability Report 2009/10**. Disponível em:<<http://ophelia.sdsu.edu:8080/ford/06-05-2011/microsites/sustainability-report-2009-10/default.html>>. Acesso em: 05. jul.2016.

FREDRIKSSON, P. **A Framework for Analyzing the Operative Performance of Sequential Module Flows**, Department of Operations Management and Work Organization,

Göteborg: Chalmers University of Technology, ISBN 91-7291-202-2, 2002

FREDRIKSSON, P. G. Flexibility and rigidity in customization and build-to-order production. **Industrial Marketing Management**, v. 34, n. 7, p. 695-705, 2005.

GOLZ, J. *et al.* Part feeding at high variant mixed-model assembly lines. **Flexible services and manufacturing journal**, 24(2), 119-141. 2012.

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

HANSON, R.; MEDBO, L. Kitting and time efficiency in manual assembly. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 4, p. 1115-1125, 2012.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. **Learnig to involve**. A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

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

HINRICHSSEN, S. Unternehmenserfolg mit System: Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch Ganzheitliche Produktionssysteme. **FIR-Zeitschrift für Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung**, Aachen, v. 4, 2.ed., p. 22-23, 2003.

HÖLTZ, N. **Lean Logistics Maturity Model**: Ein Reifegradmodell zur Bewertung schlanker intralogistischer Unternehmensstrukturen. 319f. Tese (Doutorado). Fakultät für Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, Alemanha, 2012.

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

IFA Hannover/IPA: **PRODLOG-Design** - Reifegradbasierte Entwicklungspfade zur leistungssteigernden Gestaltung der Produktionslogistik in kleinen und mittleren Unternehmen, 2010.

JOHANSSON, M.I. Kitting systems for small size parts in manual assembly systems. In: **M. Pridham, and C. O'Brien, eds. Production research** - approaching the 21st. century, p. 225-230. London: Taylor & Francis, 1991.

JONSSON, D.; MEDBO, L.; ENGSTRÖM, T. Some considerations relating to the reintroduction of assembly lines in the Swedish automotive industry. **International Journal of Operations & Production Management**, 24(8), p. 754-772, 2004.

KAHL, T. **Das Information Modeling Maturity Model**, Berlin, Saarbrücken 2009.

KLUG, F.: Gestaltungsprinzipien einer Schlanken Logistik. in: **Zeitschrift für die gesamte Wertschöpfungskette Automobilwirtschaft**, S. 56-61, 2008.

KLUG, F. **Logistikmanagement in der Automobilindustrie**. Grundlagen der Logistik im

Automobilbau, Berlin, 2010.

KORGE, A.: Lean-Management mit System. in: **wt Werkstattstechnik online**, Vol. 95, p. 29–34, 2005

KRAFCIK, J. F. Triumph of the Lean Production System. **Sloan Management Review**. Fall, pp. 41-52, 1988.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean: glossário ilustrado para participantes do Pensamento Lean**. 4. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2011

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

LIKER, J.; CONVIS, G. **O Modelo Toyota de Liderança Lean: como conquistar e manter a excelência pelo desenvolvimento de lideranças**. Porto Alegre: Bookman. 2012

LOCKAMY, A.; MCCORMACK, K.: The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation. In: **Supply Chain Management: An International Journal**, Vol. 9: S. 272–278; 2004:

LUZ, D.; SELLITTO, M. A. **Sistema corporativo de produção de uma empresa da indústria automotiva**. Revista Liberato, v. 15, n. 23, 2014.

MARODIN, G. A.; ECKERT, C. P.; SAURIN, T. A. Avançando na implantação da logística interna lean: dificuldades e resultados alcançados no caso de uma empresa montadora de veículos. **Revista Produção Online**, v. 12, n. 2, p. 455-479, 2012.

MEIVERT, O.; KLEVENSPARR, J. **Improvement of Picking Operations And Development Of Work Balancing Model**. 81f. B.Sc. Thesis. Technical University of Jönköping, Suécia, 2014.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MILLINGTON, A.I.; MILLINGTON, C.E.S.; COWBURN, M.. “Local assembly units in the motor components industry: a case study of exhaust manufacture”. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol.18 (2), p.180-194, 1998

MIYAKE D. I.; NAKANO, D. Implementation of Corporate Production Systems in the Brazilian auto industry: managing knowledge through practice. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 7, n. 2/3, p. 153-167, 2007.

MODIG, N.; ÅHLSTRÖM, P. **Vad är lean?** en guide till kundfokus och flödeseffektivitet, Stockholm, SSE Institute for Research, 2011

MONDEN, Y. **Toyota production system: an integrated approach to just in time**. Norcross, GA: Engineering & Management Press, 1998

NEUMANN, W.P.; WINKEL, J.; MEDBO, L.; MAGNEBERG, R.; MATHIASSEN, S.E. Production system design elements influencing productivity and ergonomics – A case study of parallel and serial flow strategies. **International Journal of Operations & Production**

Management, 26(8), p. 904-923, 2006.

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

ORR, C., Lean Leadership in Construction. **Proceedings of the 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-13)**, p. 345-351, 2005.

PETTERSEN, J. Defining lean production: some conceptual and practical issues. **The TQM Journal**, 21(2), 127-142, 2009

PRADO, D. **Maturidade em Gerenciamento de Projetos**, INDG Tecnologia e Serviços, Minas Gerais, MG, Brasil, 2008.

REINHART, G. *et al.* Einführung schlanker Produktionssysteme.in: **wt Werkstattstechnik online**, v. 93, p. 571-574, 2003.

SAMPIERI, R. H., COLLADO, C. F, LUCIO, P. B., **Metodología da Pesquisa**. 3ª ed., São Paulo: McGraw Hill, 2006.

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

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

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

SLACK, Nigel *et al.* **Administração da Produção**. 3a Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

STEWART, T.A; RAMAN, A.P. Lessons from Toyota's long drive, **Harvard Business Review**, July-August, p. 74-83. 2007.

TAYLOR, D.; BRUNT, D., Manufacturing operations and supply chain management. **The LEAN approach**, London, 2002.

TOMPKINS, J.A. *et al.* **Facilities planning**. Hoboken, NJ: J. Wiley, 2003.

TRIST, E. L. **The evolution of sociotechnical systems as a conceptual framework and an action research program**. Occasional paper, n. 3, p. 1-67, 1981.

WAGNER, D.; KIRSCHWENG, R.; REED, M. Foot motions in manual material handling tasks: a taxonomy and data from an automotive assembly plant. *Ergonomics*, 52(3), 362-383. 2009

WANNENWETSCH, R. **Schlanke Logistik, aber bitte mit Köpfchen**. in: Logistik für Unternehmen, Vol. 24, 2010.

WÄNSTRÖM, C.; MEDBO, L. The impact of material feeding design on assembly process performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 20 (1), 30–51, 2009

WILD, R. On the selection of mass production systems. **International Journal of Production Research**, 13(5), 443-461, 1975.

WILDEMAN, H.; BAUMGÄRTNER, G.: Suche nach dem eigenen Weg: Individuelle Einführungskonzepte für schlanke Produktionssysteme. in: **ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb**, Vol. 101, p. 546–552, 2006.

WOOD JR., T. Fordismo, toyotismo e volvismo: os caminhos da indústria em busca do tempo perdido. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 4, n. 32, p.6-18, set. /out. 1992.

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

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

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

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. DELPHI – Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo**, v. 1, n. 12, p. 54-65, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE I - Exemplo do formato do roteiro de avaliação

Avaliação Qualitativa - Aplicação de Elementos Fundamentais Gerais e Percepção de Melhoria na Produtividade do Montador		L											
Nome do Respondente e Função:		Data da Análise:											
Área analisada:		Evolução Histórica											
Linha de Montagem xxxxx		Analisar o Nível de Aplicação											
Elemento Fundamental Geral		2012 2013 2014 2015											
Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% ou 100%		1) Descrever Observações, Evidências, Indicadores e Melhorias introduzidas com a aplicação/evolução do Elemento											
Aspectos		2) Avaliar Percepção de Melhoria na Produtividade do Montador											
1	1 Interfaces de Processos	1)											
2	2 Definição e Documentação de Processos	2)											
3	3 Definição e Documentação de Processos	3)											
4	4 Definição e Documentação de Processos	4)											
5	5 Definição e Documentação de Processos	5)											
6	6 Definição e Documentação de Processos	6)											
7	7 Definição e Documentação de Processos	7)											
8	8 Definição e Documentação de Processos	8)											

Fonte: (adaptado de Hölitz, 2012).

APÊNDICE II – Descrição das características relevantes dos elementos fundamentais do modelo LLMM

AD	Elemento	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100%
Configuração de Processos	1 Interfaces de Processos * Definição de Responsabilidades * Comunicação interdepartamental * Padrões e conhecimento dos Processos * Disponibilização de informações * Trabalho compartilhado	100%	* A definição de responsabilidades encontra-se documentada e é vivenciada pelos colaboradores de forma espontânea; * Existe comunicação regular entre as áreas da cadeia de processos para discussão de problemas e melhoria contínua; * Colaboradores atuam nos processos de interface e tratam problemas de forma orientada ao desempenho total e não exclusivamente a erros departamentais; * A disponibilização de informações na empresa flui de forma clara e definida, apoiada pelo uso de ferramentas, como sistemas de TI compartilhados ou cartões de puxada; * O trabalho entre áreas é sistematizado por elementos físicos funcionais (ex. gestão visual, padrões de embalagens e chamadas) e o desempenho dos colaboradores é medido pela performance conjunta das áreas.
		50%	* A definição de responsabilidades é comunicada, mas não se encontra documentada; * A comunicação entre as áreas da cadeia de processos só se dá em casos críticos/emergenciais e sob solicitação das lideranças; * Colaboradores conhecem os processos de interface, mas não são incentivados a atuar nos mesmos; * A disponibilização de informações entre áreas ocorre por solicitação e os sistemas de TI são dedicados (não integrados); * O trabalho entre áreas é ocasional e não sistematizado por elementos físicos funcionais (ex. gestão visual, padrões de embalagens e chamadas).
	2 Definição e Documentação de Processos Descrição de processos com qualidade e fácil acesso para todos os envolvidos	100%	* A documentação de processos é integrada à rotina, facilmente acessível e compreensível e, se necessário, apoiada digitalmente (ex. monitores); * Atualização contínua conforme mudanças de planos, normas e requisitos; * Detalhamento além dos requisitos de norma (ISO/TS, etc.), contempla e descreve todas as informações, responsabilidades e documentos; * Os colaboradores são os conhecedores dos processos e sentem-se responsáveis por comunicar alterações ou novos processos aos especialistas responsáveis pela documentação;

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração de Processos	2 Definição e Documentação de Processos (cont.) * Documentação * Atualização * Grau de Detalhamento * Responsabilidades * Etapas de processos nas Interfaces * Situações excepcionais * Tolerâncias de desvios	100%	* Aspectos relevantes das etapas de processos nas interfaces são integradas na documentação de processo respectiva e evitam trabalhos redundantes e revisões desnecessárias; * Possíveis situações de exceção são documentadas com procedimentos e orientações sobre segurança e disponíveis no local de trabalho. Após ocorrência de nova situação excepcional (ex. parada de linha), o procedimento adotado é integrado à documentação; * Valores de tolerância existentes para cada tipo de produto constam da documentação de processo e sua verificação é facilitada por meios e instrumentos (ex. gabaritos) adequados.
		50%	* Há documentação centralizada de processos (ex. em papel) não facilmente acessível a todos os colaboradores; * Atualização não evidente, muito texto e pouco ilustrada/gráfica; * Detalhamento grosseiro de processo somente para uso interno na área; * Os colaboradores de determinada etapa de processo elaboram a documentação respectiva. Controles centrais são esporádicos; * Etapas de processos nas interfaces são documentadas parcialmente; * Situações excepcionais não são documentadas, mas orientações sobre segurança e um responsável estão basicamente indicados; * Em geral, valores de tolerância admissíveis são raramente documentados.

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Envolvimento dos Colaboradores	1 Qualificação dos Colaboradores	100%	<ul style="list-style-type: none"> * Os colaboradores de todos os níveis têm conhecimento sobre as interações entre a logística e a produção (ex. estoque em processo - WIP, sequência de trabalhos, chamadas de peças, etc.); * Desenvolvimento sistemático de colaboradores através de programas de qualificação individuais; * Aprendizes são treinados em programas corporativos contínuos e vinculados à empresa no longo prazo; * Colaboradores são motivados pela própria filosofia empresarial a se desenvolverem continuamente; * Somente colaboradores qualificados atuam. Posições-chave (líderes, analistas, etc.) são ocupadas com qualificações complementares e/ou experiência necessária.
	<ul style="list-style-type: none"> * Conhecimento sobre Logística * Ações de Treinamento * Aprendizagem * Motivação * Estrutura de Colaboradores 	50%	<ul style="list-style-type: none"> * Conhecimentos sobre as interações essenciais entre a logística e a produção são restritos a alguns especialistas da Produção, mas não são considerados adequadamente; * Existe a possibilidade de qualificação pela participação em eventos esporádicos sobre temas essenciais (ex. Segurança); * Aprendizes são treinados individualmente, mas, via de regra, deixam a empresa; * Colaboradores são escolhidos, indicados e inscritos pelas lideranças para participar em treinamentos; * Participação significativa de colaboradores qualificados, que apenas temporariamente são apoiados por colaboradores auxiliares sem treino.
	2 Conscientização do Colaboradores para a Qualidade	100%	<ul style="list-style-type: none"> * Os colaboradores têm plena conscientização sobre Qualidade e sabem das consequências de desvios sobre os processos posteriores. Há iniciativa dos colaboradores para a melhoria contínua da Qualidade; * Todos os colaboradores têm conhecimento dos requisitos de qualidade de processos anteriores e posteriores e verificam o próprio processo correspondentemente; * Há certificação ISO. A política de Qualidade é integrante dos objetivos empresariais e não é preterida em função de custos e prazos. As verificações da qualidade são incorporadas ao processo produtivo. Fornecedores, colaboradores e clientes são envolvidos. Métodos e ferramentas são aplicados de forma estruturada e dentro de um Sistema de Gerenciamento da Qualidade.
	<ul style="list-style-type: none"> * Conhecimento * Visão de processo * Métodos e Ferramentas 		

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Envolvimento dos Colaboradores	2 Conscientização do Colaboradores para a Qualidade (cont.)	50%	<p>* Os colaboradores têm, a princípio, alta conscientização sobre Qualidade, mas desconhecem impactos e consequências nos processos posteriores;</p> <p>* Apenas colaboradores específicos têm conhecimento dos requisitos de qualidade de processos anteriores e posteriores, o próprio processo, porém, permanece inalterado;</p> <p>* Não há certificação ISO e Sistema de Gerenciamento da Qualidade. A política de Qualidade não é relevante para os objetivos empresariais. As verificações da qualidade não são de responsabilidade do operador. Métodos e ferramentas são aplicados de forma não sistemática e somente em casos agudos de não-qualidade.</p>
	3 Motivação dos Colaboradores * Responsabilidade * Espectro de atividades * Sistema de Remuneração e Incentivos * Necessidades dos Colaboradores * Participação * Processo de Melhoria Contínua (PMC)	100%	<p>* O colaborador mostra-se responsável pelo atingimento dos objetivos de qualidade e logística de seu trabalho;</p> <p>* O colaborador possui um espectro de tarefas desafiador. As possibilidades do <i>Job Enrichment</i>, <i>Job Enlargement</i> e <i>Job Rotation</i> são aproveitadas dentro do trabalho em grupo;</p> <p>* Um Sistema de Remuneração e Incentivos baseado em desempenho e alcance de metas motivam o colaborador de forma sistemática e objetiva;</p> <p>* Além das necessidades individuais, também as de auto realização (clima de trabalho, colegas, etc.) são apoiadas e usadas para motivação;</p> <p>* O colaborador participa do conceito de posto de trabalho e processo produtivo em função das atividades que lhe são atribuídas e até mesmo de flexibilização de jornada de trabalho;</p> <p>* O pensamento e o PMC são vivenciados pelo colaborador e levam à otimização contínua do sistema produtivo. Há Plano de Sugestões estruturado que colabora com as otimizações.</p>

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Envolvimento dos Colaboradores	3 Motivação dos Colaboradores (cont.)	50%	<ul style="list-style-type: none"> * O colaborador é, teoricamente, responsável pelo atingimento dos objetivos de qualidade e logística de seu trabalho, mas não tem iniciativa e delega a responsabilidade à liderança; * O colaborador é continuamente confrontado com tarefas mais complexas, porém de caráter monótono e repetitivo; * Um Sistema de Remuneração e Incentivos baseado em desempenho e alcance de metas é notado, porém somente com incentivos monetários; * Além das necessidades básicas e de segurança, também as de ordem social (clima de trabalho, colegas, etc.) estão satisfeitas; * Possibilidades de o colaborador influenciar o conceito de posto de trabalho e processo produtivo são pequenas e coordenadas por um sindicato; * O PMC é comunicado pelo colaborador mas não praticado. Não há Plano de Sugestões estruturado (só pontual). Sugestões são analisadas superficialmente e raramente implantadas.
	4 Trabalho colaborativo entre áreas <ul style="list-style-type: none"> * Comunicação * Compreensão de Processos de interface com a área * Ambiente de Trabalho (Clima) * Identificação com a Empresa * Alinhamento de Ações de Melhoria * Sistema de Incentivos 	100%	<ul style="list-style-type: none"> * Rodadas de acordos e solução de problemas são frequentes e eficazes através de uma comunicação direta e rápida entre os colaboradores nas áreas; * Todos os colaboradores sabem dos efeitos de suas ações em processos anteriores e posteriores e utilizam essas informações em suas tomadas de decisões; * Relacionamentos abertos e amigáveis nas áreas e entre elas; * Os colaboradores identificam-se fortemente com a empresa e seus produtos e orgulham-se de fazer parte da mesma, querendo contribuir para seu sucesso, mesmo após deixar a mesma; * Melhorias são iniciadas com a consideração de informações externas à área e visam a otimização da empresa abrangentemente; * Sistemas de incentivo das áreas são alinhados com os objetivos setoriais que visam um desempenho global da empresa;

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Envolvimento dos Colaboradores	4 Trabalho colaborativo entre áreas (cont.)	50%	<ul style="list-style-type: none"> * A comunicação abrangente entre colaboradores de uma mesma área é insuficiente. Acordos e solução de problemas ocorrem esporadicamente e em um nível superior; * Todos os colaboradores sabem dos efeitos de suas ações em processos anteriores e posteriores, porém utilizam essas informações de forma parcial em suas tomadas de decisões; * Relacionamentos abertos e amigáveis em cada área; * A empresa tem visão e filosofia. Os colaboradores, porém, ainda não incorporaram e realizam as mesmas; * Melhorias realizadas de forma autônoma e mais localmente, com pouca consideração de informações externas; * Sistemas de incentivo das áreas não são alinhados entre si;
	5 Flexibilidade dos Colaboradores <ul style="list-style-type: none"> * Flexibilidade de horário * Versatilidade funcional 	100%	<ul style="list-style-type: none"> * Modelos de jornada de trabalho flexíveis adequados à atuação da empresa são empregados e verificados regularmente. Com isso a empresa está apta a reagir com flexibilidade às mudanças; * Há um equilíbrio entre especialistas e generalistas na Produção. Os generalistas são organizados em times de volantes (substitutos) que aumentam a flexibilização da capacidade produtiva.
		50%	<ul style="list-style-type: none"> * Modelo de jornada de trabalho basicamente fixo com pequena flexibilidade (ex. com uso limitado de horas extras); * Os técnicos da Produção são altamente especialistas. Generalistas versáteis são raros.
	6 Organização <ul style="list-style-type: none"> * Tarefas e Competências * Capacidade de reação * Liderança 	100%	<ul style="list-style-type: none"> * Aplicação em toda a organização, com definição de campos de uso e condições gerais; * Localização estruturada no sistema e <i>layout</i>, definida com a opinião dos colaboradores envolvidos. Acesso e visualização são permanentemente assegurados; * Padronização definida para uso em toda corporação. Interpretação é definida e inteligível para quaisquer colaboradores; * Responsabilidades claramente atribuídas por área e divulgadas por toda a empresa. Pessoa de contato nomeada. Há função de suporte estabelecida;

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Envolvimento dos Colaboradores	6 Organização (cont.)	100%	* Capacidade de Reação imediata devida a responsabilização eficiente e planos de ação claramente definidos e documentados.
		50%	* Tarefas e Competências são atribuídas tanto com base nas pessoas como nas funções; * A organização tem uma grande inércia para reação e, via de regra, possui longos caminhos para tomada de decisão; * Os gestores conhecem suas responsabilidades, porém, não conseguem desempenhá-las a contento por falta de conhecimento e capacidade de liderança. Estilos contrários de liderança na mesma área levam a tensões e desgastes desnecessários;
Definição de Metas	1 Alinhamento e sustentação dos objetivos * Existência de objetivos * Posicionamento com relação à logística * Mudança de prioridades de objetivos	100%	* Existe uma hierarquia de objetivos, em que as descrições dos mesmos estão claramente definidas para cada nível e área. Não há conflito de objetivos. Os mesmos são coerentes por toda a cadeia de valor e revisados periodicamente; * Existe uma definição clara e única do posicionamento de objetivos com relação à logística por toda a cadeia de processos de atendimento de pedidos/ordens de produção. Há revisão periódica de metas e ações são coordenadas em todos os níveis e áreas participantes de modo a manter o posicionamento único com relação à logística; * Há definição clara de prioridades. Mudanças ocorrem apenas de forma alinhada com a estratégia empresarial e coordenada de forma a garantir a melhoria contínua.
		50%	* Objetivos são muito grosseiros (macro) e descritos apenas genericamente; * Existe uma definição clara do posicionamento de objetivos com relação à logística (ex. pela alta administração). Não há, entretanto, uma mesma priorização correspondente em todos níveis e áreas participantes do processo de atendimento de pedidos/ordens. Não há regras claras no caso de conflito de interesses (ex. Prazo de Vendas e Capacidade de Produção); * Há definição clara de prioridades, porém, com mudanças frequentes (priorização instável).

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Definição de Metas	2 Atingimento dos objetivos * Grau de desafio * Consideração de interdependências	100%	* As metas são consideradas como realísticas e atingíveis em todos os níveis e áreas. As metas são periodicamente verificadas e, se necessário, adaptadas. De forma abrangente, os objetivos em toda a cadeia de processos são alinhados e considerados desafiadores, mas alcançáveis. Na hipótese de elevação de metas, ações são introduzidas de modo a garantir as condições e requisitos necessários para atingimento das mesmas; * Interdependências entre áreas que influenciam o atingimento de metas individualmente, são tratadas de forma estruturada e documentadas na formulação de metas. As metas e suas interdependências são periodicamente verificadas e, se necessário, readequadas.
		50%	* As metas são consideradas como realísticas e atingíveis em alguns níveis e áreas. Em outros níveis e áreas as metas são, todavia, irreais (muito ambiciosas ou muito fáceis). Devido a isso, metas são existentes, mas inalcançáveis em determinados níveis e áreas; * Interdependências entre áreas, que prejudicam o atingimento de metas individualmente, são conhecidas, porém não integralmente documentadas ou tratadas de forma estruturada na formulação de metas. O não atingimento de metas em função da interdependência com outros causa desmotivação.
	3 Efetividade dos objetivos * Consenso entre objetivos empresariais e dos colaboradores * Atividades de Melhoria	100%	* Existem sistemas de incentivo em todos os níveis hierárquicos, que apoiam os colaboradores a atingir os objetivos empresariais. Os colaboradores são convidados a verificar conjuntamente o alcance de seus objetivos individuais. Os resultados são considerados no sistema de incentivos e na elaboração de metas. Além disso, existe um sistema de sugestões aberto à participação de todos os colaboradores; * Desmotivação ocorre quando as metas são inconsistentes (ex. irreais ou que não consideram os objetivos dos colaboradores). Existem ações para levantamento de motivos para desmotivação em todas as áreas e níveis hierárquicos. Críticas e sugestões dos colaboradores são registradas e, quando viável, ações concretas são empreendidas e, em casos de inviabilidade, os colaboradores recebem uma justificativa.

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Definição de Metas	3 Efetividade dos objetivos (cont.)	100%	Os sistemas de incentivo procuram evitar a desmotivação de colaboradores. Uma cultura participativa e ativa é incentivada, ao invés da simples imposição de tarefas.
		50%	* Os objetivos dos colaboradores são conhecidos, porém, não suficientemente suportados pelos sistemas de incentivo, de modo que os objetivos empresariais prevalecem aos objetivos individuais; * Desmotivação ocorre quando as metas são inconsistentes (ex. irreais ou que não consideram os objetivos dos colaboradores). Existem ações para levantamento de motivos para desmotivação. Essas ocorrem, todavia, apenas raramente e de forma restrita a algumas áreas. Críticas e sugestões dos colaboradores são registradas, mas apenas em casos excepcionais geram ações concretas, o que leva a descrédito geral.
Configuração da Transformação <i>Lean</i>	1 Planejamento Estratégico * Integração estratégica do <i>lean</i> * Valor para o cliente	100%	* O planejamento estratégico se utiliza dos efeitos do <i>lean</i> para reforçar o crescimento, posição de mercado e lucratividade; * Aumento da competitividade através de uma orientação ampla de toda a empresa ao valor para os clientes.
		50%	* Reconhecimento do conceito <i>lean</i> (enxuto, sem desperdícios). Incorporação aos níveis mais operacionais. Aplicação isolada de conceitos. * Estabelecido processo estruturado para definição de valor para clientes selecionados.
	2 Incorporação da filosofia * Apoio da liderança * Visão de empresa enxuta	100%	* Atividades de transformação em uma empresa enxuta são estendidas com sucesso a todo o grupo e a empresas adjacentes; * <i>Lean</i> é encarado como filosofia e não como um "programa". Uma visão <i>lean</i> é compartilhada por todos os colaboradores dentro e fora da organização, assim como por fornecedores e clientes.
		50%	* Os líderes incorporam o conceito enxuto nas visões da empresa. Gestores que não se adequam são substituídos; * Os executivos e líderes compartilham de uma visão <i>lean</i> comum.
	3 Implementação * Plano de implantação adequado à empresa	100%	* Realização e adaptação consequente do Plano Estratégico definido através de um processo de aprendizado contínuo baseado no resultado de projetos selecionados. Adequação oportuna de conceitos estratégicos para apoiar a implementação <i>lean</i> ;

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração da Transformação Lean	3 Implementação (cont.)	100%	<ul style="list-style-type: none"> * Recursos organizacionais definidos são dedicados exclusivamente para iniciativas <i>lean</i>. Nenhuma justificativa é necessária para o uso dos recursos, desde que objetivos estratégicos sejam perseguidos; * Especialistas <i>lean</i> são considerados recursos críticos e estratégicos no que concerne o conhecimento de <i>lean</i> e experiência. O processo de melhoria é praticado ativamente por todos os colaboradores e lideranças, através da motivação dos especialistas <i>lean</i>.
		50%	<ul style="list-style-type: none"> * Projetos de implantação do <i>lean</i> são identificados. Os objetivos de projetos buscam sucesso a médio e longo prazo; * Disponibilização limitada de recursos na empresa (para implementação <i>lean</i>). Aplicação mais intensa visa remover barreiras e efeitos de problemas e menos para soluções de causas-raiz de problemas; * A empresa reconhece o papel de especialistas <i>lean</i>. A infraestrutura organizacional é continuamente ajustada para firmar especialistas <i>lean</i>.
	4 Foco das ações de melhoria	100%	<ul style="list-style-type: none"> * Um Processo de Melhoria estruturado está completamente incorporado à organização em todos os níveis. Análises de valor demonstram as melhorias alcançadas; * Uma base de conhecimento abrangente é existente e utilizada por todos os colaboradores rotineiramente com a finalidade de levantamento, documentação e utilização de lições aprendidas e experiências. Da base de conhecimento são derivadas novas iniciativas <i>lean</i>.
		50%	<ul style="list-style-type: none"> * Um Processo de Melhoria estruturado é definido para toda a empresa. Utilização é ainda irregular; * A documentação de lições aprendidas no contexto de ações de melhoria é apenas manual. A busca e a replicação do conhecimento é difícil ou impossível.
	5 Indicadores	100%	<ul style="list-style-type: none"> * O sistema de indicadores é alinhado globalmente aos objetivos empresariais, em especial ao desempenho e aos custos logísticos; * Os indicadores em uso constituem uma estrutura lógica e consistente, que reflete a situação atual de custos e desempenho da empresa. Além disso, o ambiente de negócio específico da empresa pode ser analisado em vários níveis de agregação; * Em ciclos periódicos são gerados sistematicamente planos de ação para melhoria contínua. O sistema de indicadores, utilizado como base para levantamento,

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração da Transformação <i>Lean</i>	5 Indicadores (cont.) * Acessibilidade * Atualização	100%	é voltado tanto a valores médios como a distribuições de valores adequadas e possuem um caráter preventivo (alerta); * Uso de padrões corporativos de indicadores em toda a cadeia de suprimento e definições adicionais para indicadores globais; * O sistema de indicadores da empresa pode ser acessado em diferentes níveis de agregação e permite a fácil apresentação de argumentos pelo usuário. As informações armazenadas apresentam-se processadas e disponíveis a todos os colaboradores; * Os indicadores disponíveis refletem exatamente a realidade da empresa, em tempo real, e permitem um gerenciamento e controle da produção.
		50%	* O sistema de indicadores é alinhado primordialmente aos objetivos econômicos da empresa; * Os indicadores em uso constituem uma estrutura lógica e consistente, porém não estão alinhados com o ambiente de negócio da empresa; * Indicadores da Produção são utilizados em reuniões esporádicas de revisão, para geração de planos de ação. O levantamento é voltado somente a valores médios e/ou históricos; * Há parcialmente padrões internos para definições de indicadores que possibilitam constatar potenciais reais de melhorias; * Os indicadores da empresa são armazenados de forma não estruturada, sem tratamento adequado e são utilizados apenas por alguns colaboradores (manuseabilidade de dados deficiente); * Os indicadores disponíveis refletem apropriadamente a realidade atual da empresa.

AD	Elemento	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% ou 100%
Elementos Básicos para Implementação da Logística Enxuta	1 Nivelamento (<i>Heijunka</i>) nos sistemas produtivos e logísticos <ul style="list-style-type: none"> * Grau de implementação * Área de aplicação * Aplicação de recursos * Envolvimento e planejamento de colaboradores 	100%	<ul style="list-style-type: none"> * A implementação de nivelamento para a produção e logística foi realizada de forma abrangente em toda a empresa; * O nivelamento abrange todos os participantes da cadeia de suprimento. Os parceiros mais relevantes são identificados para elaborar propostas de solução integrais; * Uma proporção adequada de aplicação de recursos e de colaboradores possibilita a compensação de variações imprevistas nas demandas para a logística. O sistema é caracterizado por uma alta flexibilidade; * Os colaboradores são ativamente envolvidos e contribuem de forma decisiva no desacoplamento entre variações de demanda e o sistema logístico. Incentivos estimulam a disponibilidade dos colaboradores na empresa, mesmo com aviso em curto prazo.
		50%	<ul style="list-style-type: none"> * A implementação de uma abordagem de nivelamento está prevista; * O nivelamento ocorre apenas nas áreas de produção, sem envolver atividades com áreas adjacentes; * O nivelamento na logística é controlado, sobretudo, pela aplicação variável de recursos; * Pouca relevância do papel dos colaboradores. Demandas variáveis para a logística são administradas com a maior aplicação de recursos.
	2 Configuração de produtos adequada aos requisitos logísticos <ul style="list-style-type: none"> * Comunicação e acordos interdepartamentais * Entendimento e consideração de aspectos da Logística * Ações de padronização 	100%	<ul style="list-style-type: none"> * A documentação de processos é integrada à rotina, facilmente acessível, compreensível e, se necessário, apoiada digitalmente (ex. monitores); * Atualização contínua conforme mudanças de planos, normas e requisitos; * Detalhamento além dos requisitos de norma (ISO/TS, etc.), contempla e descreve todas as informações, responsabilidades e documentos; * Os colaboradores são os conhecedores dos processos e sentem-se responsáveis por comunicar alterações ou novos processos aos especialistas responsáveis pela documentação; * Aspectos relevantes das etapas de processos nas interfaces são integradas na documentação de processo respectiva e evitam trabalhos redundantes e revisões desnecessárias; * Possíveis situações de exceção são documentadas em procedimentos e orientações sobre segurança e disponíveis no local de trabalho.

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Elementos Básicos para Implementação da Logística Enxuta	2 Configuração de produtos adequada aos requisitos logísticos (cont.)	100%	Após ocorrência de nova situação excepcional (ex. parada de linha), o procedimento adotado é integrado à documentação; * Valores de tolerância existentes para cada tipo de produto constam da documentação de processo e sua verificação é facilitada por meios e instrumentos (ex. gabaritos) adequados.
		50%	* A configuração de produtos é atribuição exclusiva da área de Desenvolvimento (P&D) e a influência de outras áreas é permitida somente em pequenos conteúdos. Outras áreas recebem relatórios sobre a configuração final definida, para conhecimento; * A necessidade de conhecimentos específicos de outras áreas é reconhecida. Os gestores se encarregam de promover transferência de conhecimento. Questões e requisitos básicos da logística exigem discussão com especialistas da área de Logística; * Para redução de custos (inclusive logístico), primeiras estratégias de plataformas unificadas de produto são desenvolvidas. Componentes básicos são padronizados, mas ainda há grande variedade de peças para diversas variantes de produtos.
	3 Conceito de planejamento <i>Line Back</i> (de dentro para fora do posto de montagem) * Planejamento <i>Line Back</i> * Abrangência do planejamento * Grau de detalhamento * Envolvimento do Colaborador	100%	* Conceito com aplicação em toda a empresa e regulado pelas diretivas empresariais; * Envolvimento de toda cadeia de suprimento no processo de planejamento <i>line back</i> ; * Detalhamentos por área de Planejamento e por postos de trabalho. Levantamento completo de todos os parâmetros, funções e dependências relevantes entre as áreas de Planejamento anteriores e posteriores; * Todos os processos de análise e planejamento são acompanhados e ativamente concebidos com um responsável do chão-de-fábrica. Existe um processo de verificação sistemático e permanente.
		50%	* Conceito com aplicação isolada e esporádica; * Consideração pelas áreas de Planejamento individualmente, sem análise de colaboração entre as mesmas; * Detalhamentos individuais por área de Planejamento (fábrica, processo, etc.) com levantamento parcial de interdependências entre as mesmas; * Processos de análise e planejamento ocorrem de maneira autônoma. Os colaboradores são envolvidos como especialistas de forma individual.

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração do Posto de Trabalho	1 Cadeia logística vinculada ao <i>Takt Time</i> (ritmo de demanda do cliente) Fatores determinantes do desempenho da cadeia logística, realizada conforme o <i>takt time</i> e de pontos planejados de desacoplamento, sempre sob a premissa de minimização de estoques *Coordenação e Sincronização entre os envolvidos *Segurança de abastecimento/ Pulmões/ Efeito <i>Bulwhip</i> (efeito chicote) * Apoio de informática (TI) * Pontos de desacoplamento no sistema	100%	* Todas as atividades pertinentes são coordenadas e sincronizadas com a cadeia de suprimento completa. Existem atividades que são realizadas para apoiar o atendimento otimizado do <i>takt time</i> por toda a cadeia de suprimento; * Uma ótima coordenação e sincronização, aliada à introdução de pontos de desacoplamento, sem a necessidade de estoques de segurança, permite uma reação otimizada às oscilações de demanda do cliente. Com isso, os "efeitos-chicote" na cadeia de suprimento são eliminados; * Há uma estrutura de apoio de TI para Planejamento, Gestão e Controle da cadeia de suprimento integralmente, com uso de especificações modernas/ <i>e-Solutions</i> ; * Pontos de desacoplamento são definidos em número ideal com base em um planejamento sistêmico. Uma sistemática de planejamento madura permite que não ocorram aumentos significativos de estoque em toda a cadeia de suprimento.
		50%	* Dentro da organização, as atividades são coordenadas e melhoradas continuamente. Há sincronização das áreas internas com o <i>takt time</i> . Existem atividades que envolvem a cadeia de suprimento completa; * Uma coordenação elementar evita a falta de material causada por oscilação de demanda do cliente. Para atendimento pleno é necessário ainda a formação de estoques de segurança; * A estrutura de apoio por TI ainda é voltada para a própria organização interna. Apenas alguns parceiros externos selecionados compartilham de aplicações individualizadas; * Pontos de desacoplamento são teoricamente definidos, porém, o processo continua ocorrendo de forma bem aleatória. A introdução de pontos de desacoplamento implica em forte aumento dos estoques internos devido à falta de sincronização.
	2 Materiais em curto raio de alcance Configuração da estação/posto de trabalho de forma adequada ao colaborador e ao	100%	* Os colaboradores são envolvidos e consultados em todas as etapas dos processos de planejamento e execução do projeto (ex. com a realização de <i>workshops</i> periódicos de acompanhamento e revisão do projeto); * Atenção integral às etapas de processos anteriores e posteriores, inclusive com observação dos processos de abastecimento e retorno de materiais; * A configuração da estação / posto de trabalho é regida por diretivas organizacionais e é, em grande

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração do Posto de Trabalho	2 Materiais em curto raio de alcance (cont.) processo produtivo sob a premissa de adaptabilidade e fácil possibilidade de rearranjos * Envolvimento do Colaborador nas atividades de planejamento (Configuração) * Consideração de etapas de processos anteriores e posteriores	100%	parte, baseada em soluções padronizadas; * Existe adaptabilidade plena do posto de trabalho às necessidades específicas do colaborador; * A flexibilidade de reconfiguração do posto em função de mudanças de requisitos dos produtos é muito facilitada e pouco dispendiosa. Novos desenvolvimentos não são necessários; * A organização de materiais, ferramentas e das áreas de trabalho é regrada por uma sistemática definida orientada ao processo e à ergonomia. O abastecimento de materiais é facilitado por estruturas padronizadas e sem a necessidade de intervenção do operador do posto.
	* Padronização * Adaptação do posto de trabalho ao colaborador * Flexibilidade de reconfiguração do posto * Acessibilidade / configuração do posto de trabalho	50%	* Alguns colaboradores são consultados isoladamente em sua especialidade. O planejamento e a execução do projeto ocorrem de forma praticamente independente entre si. Informações são repassadas aos colaboradores por meio de cartazes, <i>e-mails</i> , etc.; * Atenção à etapas de processos anteriores e posteriores é dada só de forma isolada; * A configuração da estação / posto de trabalho é realizada com soluções individuais e somente uma pequena parte ocorre com base em padrões; * Pouca adaptabilidade do posto de trabalho às necessidades específicas do colaborador possível. Distâncias, alturas e alcances são reguláveis com restrições; * A flexibilidade de reconfiguração do posto em função de mudanças de requisitos dos produtos é a princípio possível, mas são necessárias grandes reformas e novos desenvolvimentos gerais; * A organização de materiais, ferramentas e das áreas de trabalho é atribuída à sistemática de cada colaborador. Os processos ocorrem com grandes tempos de procura e acessos dificultados a ferramentas e materiais. O abastecimento de materiais é trabalhoso devido às soluções individualizadas de cada posto.
	3 Aumento da produtividade de área Configuração das áreas de abastecimento e	100%	* Grande giro de materiais nas estações de trabalho. Necessidade de entregas frequentes de material; * Há uma concentração de material definida para a estação de trabalho, apoiada por uma gestão visual e de embalagens, mantida ativamente; * Atribuição de locais para materiais claramente definidos, apoiados por visualização e uso de técnicas

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração do Posto de Trabalho	3 Aumento da produtividade de área (cont.)	100%	de armazenagem funcional e processual; * Existem definição e priorização de metas específicas, de forma documentada, tanto para a área quanto para equipes e departamento. Acesso irrestrito à documentação por todos os colaboradores. Visualização das metas nas áreas.
	estoque nas estações de trabalho voltada à otimização de uso		
	* Giro de material	50%	* Pouco giro de materiais na estação de trabalho. Nenhum material antigo sem giro;
	* Concentração de material na estação		* Há uma concentração de material definida para a estação de trabalho e para a área, mas não é observada ou é muito precariamente;
	* Demarcações claras		* Atribuição de locais para materiais é claramente definida em função dos operadores individualmente, mas não há identificação / etiquetagem de locais para abastecimento e armazenagem;
	* Definição de metas e documentação (para otimização do uso de áreas)		* Existem definição e priorização de metas específicas, de forma documentada, tanto para as estações de trabalho quanto para a área. Não há comunicação regular da definição de metas. Não há visualização das metas nas áreas.
	4 Poka Yoke	100%	* <i>Poka Yoke</i> é entendido como parte da filosofia da organização e tem desenvolvimento e aplicação incentivados em todas as áreas. Possui aplicação estabelecida no contexto logístico;
	Uso amplo da filosofia <i>Poka Yoke</i> para suporte das atividades de logística		* Configuração sem erros dos sistemas técnicos. Combina e complementa a relação Homem-Máquina. Otimizações e procura de novas aplicações ocorrem de forma permanente;
	* Grau de implementação		* Procedimentos escritos são claros e definidos para quaisquer situações de exceção. Há aplicação de dispositivos técnicos configuráveis para execução de ações definidas. Procedimentos são seguidos à risca pelos colaboradores.
	* Uso de sistemas técnicos		
	* Situações de exceção	50%	* <i>Poka Yoke</i> em uso na organização, mas restrito a temas específicos na Produção. Nenhuma aplicação no contexto logístico;
			* Existem sistemas técnicos, mas não são utilizados regularmente porque sua configuração não é adequada;
			* Ações são tomadas individualmente ou sob a orientação da liderança. Procedimentos escritos são escassos ou inexistentes.

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração do Posto de Trabalho	5 Andon Uso de <i>Andons</i> para apoio à Produção e Logística visando a implementação de ações padronizadas por toda empresa * Grau de Implementação * Posicionamento no sistema * Visualização clara * Responsabilidades * Capacidade de reação	100%	* Aplicação em toda a organização, com definição de campos de uso e condições gerais; * Localização estruturada no sistema e layout, definida com a opinião dos colaboradores envolvidos. Acesso e visualização são permanentemente assegurados; * Padronização definida para uso em toda corporação. Interpretação é definida e inteligível para quaisquer colaboradores; * Responsabilidades claramente atribuídas por área e divulgadas por toda a empresa. Pessoa de contato nomeada. Há função de suporte estabelecida; * Capacidade de Reação imediata devido a responsabilização eficiente e planos de ação claramente definidos e documentados.
		50%	* Aplicação irregular, somente em pontos isolados; * Na maior parte, localização pouco estruturada no sistema e <i>layout</i> . Acesso e visualização são, geralmente, assegurados; * Padronização na área e/ou departamento introduzida. Interpretação demanda conhecimentos específicos e/ou especializados; * Responsabilidades não claras, indefinidas, tomadas de forma irregular ou por representantes nomeados; * Capacidade de Reação prejudicada pela responsabilização deficiente.
	6 Triângulo do Montador Estruturação da estação de trabalho com foco no colaborador de modo a facilitar a execução dos trabalhos, alcance e montagem de peças, sob a premissa de fácil reconfiguração e adaptação da estação de trabalho * Ergonomia * Envolvimento do colaborador * Acessibilidade	100%	* Aspectos ergonômicos são amplamente considerados no planejamento e realizados na formação do triângulo de percursos do montador; * Os colaboradores são envolvidos e consultados em todas as etapas dos processos de planejamento e execução do projeto (ex. com a realização de <i>workshops</i> periódicos de acompanhamento e revisão do projeto); * Acesso é fácil e garantido para o operador. Processos adjacentes são considerados com antecedência na concepção do triângulo do montador; * A flexibilidade de reconfiguração do posto em função de mudanças de requisitos dos produtos é muito facilitada e pouco dispendiosa. Alterações são rápidas e pouco dispendiosas. * Aspectos ergonômicos são considerados, porém, frequentemente preteridos devido a custos ou outros motivos;

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração de Chamada de Material	2 Mix de Chamadas (pull/push) Realização de processos de chamada sincronizados ao longo de toda a cadeia de suprimentos e adequados às características do negócio e à empresa * Métodos de chamada (estratégias <i>Pull</i> e <i>Push</i>) * Peculiaridades da empresa * Cadeia de suprimento	100%	* Abastecimento de materiais definido e otimizado por toda a organização, que pode se dar de maneira empurrada ou puxada, conforme decisão; * Estratégia corporativa própria e abrangente definida; * Todos os padrões de chamada e sincronização são realizados na organização e por toda a cadeia de suprimento.
		50%	* Abastecimento de materiais descoordenado, ora empurrado, ora puxado. Sem previsibilidade de qual estratégia seguir futuramente; * Atendimento de características específicas de áreas e departamentos; * Há definição de padrões de chamada e sincronização para áreas e departamentos dentro da organização.
	3 Controle visual de estoques e áreas (método de chamada) Implementação de uma Gestão Visual padronizada e abrangente para controle de áreas e estoques * Visualização de limites de áreas e alturas nos estoques * Etiquetagem e marcações de estoques e corredores	100%	* Visualização geral de áreas e alturas em todas as áreas destinadas a estoques, com uso de ferramentas de identificação padronizadas; * Demarcação visual geral de pisos e corredores destinados a trânsito e armazenagem, com uso de sistemática de visualização válida para toda a organização; * Todas as embalagens e caixas possuem marcação visual de nível de enchimento bem identificáveis e sem falhas; * Indicação clara de um responsável por supervisão de estoques. Gerenciamento do estoque nas estações de trabalho exclusivamente pelo colaborador responsável, com sistemas de TI somente para apoio. Disposição visual otimizada para verificação imediata da situação dos níveis de estoque pelo colaborador. * Definições parciais de limites de áreas e alturas em estoques definidos; * Demarcação visual em parte dos pisos e corredores destinados a trânsito e armazenagem, sem lógica aparente;

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração de Chamada de Material	3 Controle visual de estoques e áreas (método de chamada) (cont.) * Visualização de nível de enchimento de embalagens * Responsabilidade e supervisão de estoques	50%	* Existe marcação visual de nível de enchimento de embalagens, porém, dificilmente identificáveis; * Indicação clara de um responsável por supervisão de estoques. Reconhecimento com atraso das chamadas de materiais devido a identificações e configuração do ambiente de trabalho deficientes, que prejudicam o acesso e a visualização pelos colaboradores.
	4 Sincronização da necessidade real de peças e chamada Sincronização de todos os processos de demanda e chamada na empresa, com parametrização apoiada por TI * Conscientização sobre sincronização * Geração do sinal de chamada	100%	* A sincronização é vivenciada e abrangente em toda empresa; * A preparação das chamadas de material, apoiada por automação parcial, impede a ocorrência de atrasos; * Excelente assertividade de informações. A qualificação dos colaboradores permite responder consultas específicas mesmo em caso de queda dos sistemas de apoio (TI); * O uso de canais de comunicação (<i>e-mail</i> , sistemas corporativos, etc.), softwares e hardwares, é acertado com todos os integrantes da cadeia de suprimentos. Conhecimento abrangente e proatividade no uso por todos os colaboradores; * Solicitações são atendidas imediatamente por todos os colaboradores.
	* Disponibilização da informação * Transmissão da informação * Velocidade de processamento	50%	* A sincronização acontece em grupos ou departamentos específicos. A necessidade de uma sincronização perfeita por toda a empresa é reforçada pelas lideranças; * A necessidade de chamada de material é auxiliada por uma visualização de estoques transparente. Comunicação é clara e eventuais atrasos na chamada se devem exclusivamente por demora na entrada em sistemas; * A assertividade de informações é determinada pelos sistemas de apoio. A qualificação dos colaboradores impede a utilização plena da capacidade dos sistemas; * Canais de comunicação (<i>e-mail</i> , sistemas corporativos, etc.) são utilizados adequadamente, porém, a qualificação dos colaboradores impede uma sincronização sem atrasos; * Solicitações são atendidas apenas com pequenos atrasos.

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração da Disposição de Materiais	1 Embalagem pequena padrão (KLT) Realização da estratégia de uso de embalagens pequenas padronizadas * Requisitos e definição de processos * Incentivo à padronização	100%	* Definição de requisitos dada por toda a cadeia de suprimento em função dos processos existentes e da interdependência entre os mesmos; * Há uma estratégia definida para escolha de embalagens. Uso integrado de embalagens padronizadas por toda a cadeia de suprimento; * Definição clara e documentada de tratamento de exceções e desvios. Aplicação de soluções técnicas configuráveis para execução de tratamentos definidos. Os colaboradores seguem integralmente os tratamentos especificados.
	* Situações de exceção/ desvios	50%	* Definição de requisitos por todas as áreas em função dos processos existentes; * Uso de embalagens pequenas por todas as áreas. Coordenação pelas chefias das áreas respectivas; * Tratamento é dado individualmente e/ou por orientação das lideranças das áreas. Não há documentação suficiente.
	2 Disposição de peças grandes sem embalagem Realização da estratégia de uso de meios mais eficientes, ergonômicos e com menor manuseio para peças grandes, sob a premissa de racionalização do uso de áreas para disposição de materiais	100%	* Uso exclusivo de carrinhos individuais e prateleiras para aumento da densidade de material abastecido por área. Uso de embalagens grandes é exceção; * Todos os carrinhos individuais e prateleiras exigem pouco manuseio (ex. <i>C-Frame</i>). Adoção de novos carrinhos e prateleiras passa por critérios definidos de manuseabilidade e ergonomia; * Desenvolvimento e confecção de carrinhos individuais e prateleiras, em toda a organização, levam em conta aspectos ergonômicos.
	* Utilização de embalagens grandes * Manuseio * Ergonomia	50%	* Uso predominante de embalagens grandes. Uso parcial de carrinhos individuais e prateleiras; * Adoção de carrinhos individuais e prateleiras que possibilitem pouco manuseio; * A importância dos aspectos ergonômicos nas áreas produtivas é reconhecida. Adoção crescente de carrinhos individuais e prateleiras mais ergonômicos.

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração da Disposição de Materiais	3 Troca 1:1 de embalagens cheias e vazias Avaliação ampla de uma estratégia logística integrada de abastecimento e retirada de embalagens cheias e vazias, com definições e comunicação abrangentes. * Gerenciamento de embalagens * Coordenação e armazenamento de embalagens vazias	100%	* Há compreensão e aplicação ampla de gerenciamento de embalagens por toda a organização; * Coordenação do transporte e armazenamento de embalagens vazias segue as determinações do gerenciamento integrado em toda organização; * Ampla transparência instalada pela política de gerenciamento de embalagens, com uso, por exemplo, de FRID; * Dentro de um conceito de <i>Milk Run</i> com fornecedores ocorre a integração dos processos de abastecimento e do retorno de embalagens vazias.
	* Transparência e rastreabilidade * Sincronização (interna e externa à empresa)	50%	* Há reconhecimento da necessidade de gerenciamento de embalagens; * Definição de áreas de armazenamento de embalagens vazias nas áreas produtivas individuais. Transporte e manuseio por conta do montador; * Pouca transparência relativa às quantidades e locais para embalagens vazias, dentro e fora da organização; * Acordos abrangentes ou departamentais regulam o processo de retorno de embalagens vazias, dentro de um limite de tempo, possibilitando o recolhimento interno de forma coordenada.
	4 Princípio de uma só embalagem (Obs: oposto do princípio de 2 embalagens "two bins") Definição da configuração e uso do princípio de embalagem única, de forma ampla, racional e adequada às necessidades * Disposição de material	100%	* Disposição de material executada com estratégia definida e conforme as necessidades da organização, podendo atender a gestão Puxada ou Empurrada; * Cada estação de trabalho é abastecida segundo um planejamento individual para toda gama de materiais, dispondo de supermercado próximo, uso de <i>kitting</i> ou sequenciamento, conforme o planejamento de produção. Os montadores só se ocupam na zona de montagem; * Transparência no estoque e gestão nas áreas de produção, com fácil visualização por todos e quantidades compatíveis com o consumo (<i>takt time</i>). Dependendo da forma planejada, fornecedores externos e internos são responsáveis pelo abastecimento e disposição respectivos; * Capacidade de reação imediata às variações de processo por meio de reposição com alta frequência de entrega;

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração da Disposição de Materiais	4 Princípio de uma só embalagem (Obs: oposto do princípio de 2 embalagens "two bins") (cont.) * Definição de responsáveis pela disposição / abastecimento, separação e manuseio de materiais * Transparência no estoque e gestão devido aplicação do princípio * Capacidade de reação logística * Acesso físico	100%	* O acesso às áreas de abastecimento e montagem é sempre assegurado, livre de interferências e bloqueios.
		50%	* Disposição de material descoordenada, alternando Puxada e Empurrada. Sem previsão sobre qual estratégia a seguir no futuro; * Cada estação de trabalho é abastecida individualmente e dispõe de supermercado próximo. Sem uso de <i>kitting</i> ou sequenciamento. Os próprios montadores realizam tarefas de manuseio, <i>kitting</i> ou sequenciamento; * Boa transparência no estoque e gestão devido à localização nas áreas de produção, com fácil visualização por todos. Estoques para vários dias de produção. Parcial desrespeito aos limites de áreas demarcadas. Cada área produtiva é responsável pela gestão de seu estoque respectivo; * Para situações de exceção está disponível o abastecimento urgente diretamente às estações afetadas; * O acesso às áreas de abastecimento e montagem é frequentemente dificultado. Por vezes, o meio de abastecimento (ex. rebocador) previsto não pode ser utilizado.
	5 Formação de Kits Realização da estrutura necessária internamente para formação de <i>kits</i> , com processos claros para redução de tempos de ciclo e sob consideração das atividades de <i>picking</i> e sequenciamento	100%	* Amplo uso de <i>picking</i> e disposição de material em <i>kits</i> em supermercados próximos ao ponto de montagem; * Disposição adequada de material nos supermercados e realização sem erros das atividades de <i>picking</i> e sequenciamento, dentro do tempo <i>takt</i> ; * Grande redução da incidência de defeitos em função do <i>picking</i> e sequenciamento corretos. Grande melhoria da transparência na estação de trabalho por causa da utilização exclusiva de <i>kits</i> de peças e conjuntos.

AD	Elemento (cont.)	NA	Descrição das Características Relevantes para os níveis de aplicação 50% e 100% (cont.)
Configuração da Disposição de Materiais	5 Formação de Kits (cont.) * <i>Picking</i> ** e sequenciamento * Tempo <i>takt</i> (ritmo) * Falhas de montagem / transparência na estação de trabalho ** Coleta, separação de pedido de material	50%	* <i>Picking</i> parcial e disposição de material para <i>kits</i> em supermercados próximos ao ponto de montagem; * Disposição atrasada de material nos supermercados em parte por causa de atividades de <i>picking</i> e sequenciamento, levando a ultrapassar o tempo <i>takt</i> ; * Redução da incidência de defeitos em razão da introdução de <i>picking</i> e sequenciamento. Melhoria da transparência na estação de trabalho por causa da redução de peças individuais para montagem.

Fonte: (adaptado de Hölitz, 2012).