



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LOGÍSTICA E PESQUISA  
OPERACIONAL**

**WEBER CHAVES FONTOURA**

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DE MAPEAMENTO DO FLUXO  
DE VALOR ESTENDIDO (E-VSM) NA IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS NA  
CADEIA DE SUPRIMENTOS: O CASO DE UMA INDÚSTRIA DE MATERIAIS  
ELÉTRICOS.**

**FORTALEZA  
2016**

WEBER CHAVES FONTOURA

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DE MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR ESTENDIDO (E-VSM) NA IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: O CASO DE UMA INDÚSTRIA DE MATERIAIS ELÉTRICOS.

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Logística e Pesquisa Operacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências (M.Sc.) em Logística e Pesquisa Operacional.

Área de concentração: Gestão Logística

Orientador: Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues

FORTALEZA  
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- F778a Fontoura, Weber Chaves.  
Análise da aplicação da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor estendido (E-VSM) na identificação de melhorias na cadeia de suprimentos : O caso de uma indústria de materiais elétricos / Weber Chaves Fontoura. – 2016.  
108 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Logística e Pesquisa Operacional, Fortaleza, 2016.  
Orientação: Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues.
1. Mapa de fluxo de valor. 2. Logística enxuta. 3. Cadeia de suprimentos.. I. Título.

CDD 658.5

---

WEBER CHAVES FONTOURA

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DE MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR ESTENDIDO (E-VSM) NA IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: O CASO DE UMA INDÚSTRIA DE MATERIAIS ELÉTRICOS.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Logística e Pesquisa Operacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências (M.Sc.) em Logística e Pesquisa Operacional.

Aprovada em: 26/08/2016.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. PhD. João Bosco Furtado Arruda (Examinador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. PhD. Heber José de Moura (Examinador)  
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

A Deus.  
A minha amada esposa.  
Aos meus pais, grandes mestres da  
arte da vida.  
Aos meus professores, dos mais  
jovens aos eternos

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter permitido que eu tivesse saúde para auferir tamanha conquista.

À minha esposa Andréa por todo carinho, atenção e paciência que demonstrou durante todo o período de curso e em especial na elaboração deste trabalho.

Aos meus pais que tanto me apoiaram e acreditaram que seria possível alcançar grandes resultados diante de todas as dificuldades encontradas.

A todos os amigos que me apoiaram e, em especial, àqueles que, simpaticamente, teceram algum tipo de crítica para meu engrandecimento profissional.

Aos professores que, com paciência e zelo, apresentaram conteúdos que, de alguma forma, deverão complementar os ensinamentos da vida.

E por fim, agradeço ao meu orientador Prof. Maxweel Veras que, recebeu este trabalho como um desafio e motivou-me a continuar percorrendo os meandros da logística e da gestão da cadeia de suprimentos. Ao estimado professor Bosco Arruda por sua disponibilidade sempre que solicitado, em especial por sua luta incansável para a viabilização institucional de minha turma de mestrado e, ao Prof. Heber Moura que, muito simpaticamente, aceitou ser examinador em minha banca e mostrou ter sido a escolha, inesperada, mais acertada que tive na vida.

Obrigado meus mestres!

“Nunca ande pelo caminho traçado, pois ele  
conduz somente até onde os outros foram”  
(Alexandre Graham Bell)

## RESUMO

A cadeia de suprimentos tem sido percebida, na última década, como área estratégica nas organizações industriais brasileiras, o que tem provocado um impulso enorme na busca por métodos e ferramentas que impactem na redução dos desperdícios, no aumento da eficiência, na redução dos custos e, principalmente, no atendimento ao nível de serviço requerido pelos clientes. Para atingir esse patamar de desempenho logístico, muitas empresas tem recorrido às ferramentas *lean* apresentadas no ocidente e desenvolvidas a partir de observações dos métodos de produção utilizados na Toyota Motor Company. No entanto, a implementação dessa abordagem enxuta na cadeia de suprimentos exige uma complexa rede de informações e vastas conexões entre os participantes da cadeia. Para enxergar tal complexidade são necessárias estratégias e ferramentas capazes de analisar as relações dentro das plantas dos integrantes da cadeia bem como suas relações entre firmas; o mapa de fluxo de valor estendido (E-VSM) é uma ferramenta com a capacidade requerida. O presente trabalho se propõe, através de um estudo de caso, a analisar a aplicação da ferramenta E-VSM na identificação de desperdícios na cadeia de suprimento de uma indústria de materiais elétricos, localizada no município de Maracanaú, no Ceará. A empresa é familiar, multiprodutora e não possui experiência no uso das ferramentas da abordagem *lean*. Sua estrutura organizacional não é bem definida, com funções gerenciais mal delimitadas e confusas. A área industrial é bem dividida em setores, mas abundam fluxos de informações divergentes e paralelos. Não possui sistema informatizado de controle centralizado, sendo dois bancos de dados individuais com informações duplicadas em alguns casos. Para a consecução do estudo foi proposto um método de coleta e análise de dados, além de entrevistas não estruturadas. Por fim, o estudo mostrou que o E-VSM foi capaz de identificar desperdícios na cadeia de suprimentos da empresa mesmo sendo esta inexperiente no uso filosofia *lean*. Como se entende que a cadeia de suprimentos enxuta é uma filosofia complexa e dependente de ações sistêmicas, foram corroborados alguns resultados apresentados na literatura. Em função da baixa relação de confiança entre as firmas, a implantação de cenários de melhorias nos clientes e fornecedores não foi percebida nos resultados, o que limitou algumas conclusões.

**Palavras-chave:** Mapa de fluxo de valor. Logística enxuta. Cadeia de suprimentos.

## ABSTRACT

The supply chain has been perceived in the past decade as a strategic area in Brazilian industrial organizations, which has led to a huge boost in the search for methods and tools that impact in reducing waste, increasing efficiency, reducing costs and mainly the level of service required by customers. To achieve this logistics performance level of many companies have resorted to lean tools presented in the West and developed from observations of the production methods used in Toyota Motor Company, however the implementation of this lean approach in the supply chain requires a complex network of information and vast connections between the participants in the chain. To see such complexity are necessary strategies and able to analyze the relationships within the plants of chain members as well as their relations firms tools; Extended map of the amount of flow (E-VSM) is a tool with the required capacity. This paper proposes, through a case study to examine the application of E-VSM tool in identifying waste in the supply chain of electrical materials industry located in Maracanaú municipality in Ceará. The company is family, multiprodutora and has no experience in the use of lean tools approach. Its organizational structure is not well defined, with management functions poorly defined and confusing. The industrial area is well divided into sectors, but abundant flows of divergent and parallel information. It has no computerized system of centralized control, with two banks of individual data with duplicate information in some cases. To achieve the study proposed a method of data collection and analysis, as well as unstructured interviews. Finally, the study showed that the E-VSM was able to identify waste in the company's supply chain even if this inexperienced and desaculturada the lean philosophy. In addition to identifying the tool was able to promote motivation, in part of the chain, for the implementation of the scenarios envisioned improvements. As it is understood that lean supply chain is a complex philosophy and dependent on systemic actions were corroborated some results presented in the literature: due to low trust between firms, the implementation of improvements scenarios in customers and suppliers could not It is perceived as a result, which limited some conclusions.

**Keywords:** Value Stream Mapping. Logistics. Lean. Supply Chain Management

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Exemplo de mapa de fluxo de valor no estado atual	25
Figura 2	Exemplo de mapa de fluxo de valor no estado futuro	26
Figura 3	Diagrama conceitual do Sistema <i>Kanban</i>	29
Figura 4	Evolução temporal do conceito de Gerenciamento da Cadeia de Suprimento	35
Figura 5	Exemplo de mapa de fluxo de valor estendido no estado atual	40
Figura 6	Mapa de fluxo de valor estendido no estado futuro	41
Figura 7	Fases e etapas do método proposto	44
Figura 8	Representação gráfica das remessas de produtos para clientes da empresa em estudo	52
Figura 9	<i>Layout</i> da planta da indústria Alpha no início do estudo - Novembro/2014	54
Figura 10	Imagem do setor de recebimento de matérias-primas	55
Figura 11	Imagem do setor de recebimento de injeção de plástico	56
Figura 12	Imagem do moinho	56
Figura 13	Imagem do depósito de moldes	57
Figura 14	Imagem do almoxarifado central	58
Figura 15	Imagem do setor de montagem	59
Figura 16	Imagem do setor de embalagem	60
Figura 17	Imagem do setor de <i>picking</i> e expedição	61
Figura 18	Componente selecionado para o estudo (TERMINAL DA TOMADA) e suas etapas de montagem	66
Figura 19	Mapa de fluxo de valor estendido no estado atual da cadeia de suprimentos da Indústria Alpha	82
Figura 20	Mapa de fluxo de valor estendido no estado FUTURO da cadeia de suprimentos da Indústria Alpha	88
Figura 21	Equipamento de estampagem de ferragem - Fabricante Biller	91
Figura 22	Máquina automatizada de montagem de terminal – Fabricante Norma Automação Ltda	91
Figura 23	Planta de processo da Indústria Alpha com o novo setor de estampa de terminais	92
Figura 24	Etapas de montagem do produto interruptor duplo com uma tomada	93
Figura 25	Transporte de tomadas e interruptores até as mesas de montagem de bastidores na planta da Indústria Alpha	94
Figura 26	Novo produto desenvolvido – reformulação sobre a plataforma do antigo.	94
Figura 27	<i>Layout</i> do Setor de Montagem	95

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Relação de fornecedores por estrato de produtos	62
Tabela 2	Cronograma de execução das atividades do estudo	63
Tabela 3	Relação de componentes para uma unidade do produto: INTERRUPTOR SIMPLES COM UMA TOMADA	64
Tabela 4	Relação de componentes para uma unidade do produto: INTERRUPTOR DUPLO COM UMA TOMADA	65
Tabela 5	Etapas físicas necessárias para O FLUXO DE VALOR do terminal da tomada	69
Tabela 6	Etapas do fluxo de informação na cadeia de suprimentos em estudo	76
Tabela 7	Dias de estoque registrados por processo na cadeia de suprimentos da Indústria Alpha	78
Tabela 8	Quantitativo de pessoas envolvidas no fluxo de valor do terminal da tomada	80
Tabela 9	Desperdícios identificados com a elaboração do E-VSM atual da cadeia de suprimentos da Indústria Alpha	84
Tabela 10	Tabela comparativa entre os resultados encontrados com a elaboração dos mapas no estado atual e futuro.	89

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B2B	<i>Business to Business</i>
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professional</i>
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i>
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
E-VSM	<i>Extended Value Stream Mapping</i>
FDC	Fundação Dom Cabral
GPS	<i>Global Positions System</i>
IMVP	<i>International Motor Vehicle Program</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
LPI	<i>Logistics Performance Index</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NAV	Atividades que não agregam valor
ONG	Organização Não-Governamental
PCP	Planejamento e Controle da Produção
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange Die</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WMS	<i>Warehouse Management System</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Definição do problema</b>	<b>16</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b>	<b>18</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>19</b>
<b>1.3.1</b>	<i>Objetivo geral</i>	<b>19</b>
<b>1.3.2</b>	<i>Objetivos específicos</i>	<b>20</b>
<b>1.4</b>	<b>Estrutura do trabalho</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>A ABORDAGEM ENXUTA</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>A origem do <i>lean</i> e o Sistema Toyota de Produção</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>As ferramentas <i>lean</i></b>	<b>23</b>
<b>2.2.1</b>	<i>Value stream mapping ou Mapeamento do fluxo de valor</i>	<b>24</b>
<b>2.2.2</b>	<i>Outras ferramentas <i>lean</i></i>	<b>27</b>
<b>2.3</b>	<b>A amplitude do pensamento <i>lean</i> nas organizações</b>	<b>30</b>
<b>3</b>	<b>O LEAN E A CADEIA DE SUPRIMENTOS ENXUTA</b>	<b>32</b>
<b>3.1</b>	<b>A logística na cadeia de suprimentos</b>	<b>32</b>
<b>3.2</b>	<b>O <i>Extended Value Stream Mapping</i> (E-VSM)</b>	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA E MÉTODO PROPOSTO</b>	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Metodologia</b>	<b>42</b>
<b>4.2</b>	<b>Método de pesquisa proposto</b>	<b>44</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Fase 1 – Condições iniciais do estudo</i></b>	<b>45</b>
<b>4.2.1.1</b>	<i>Etapa 1 – Estruturar o referencial teórico</i>	<b>45</b>
<b>4.2.1.2</b>	<i>Etapa 2 – Caracterizar a cadeia de suprimento da empresa em estudo</i>	<b>45</b>
<b>4.2.1.3</b>	<i>Etapa 3 – Planejar o estudo</i>	<b>46</b>
<b>4.2.2</b>	<b><i>Fase 2 – Coleta e tabulação de dados</i></b>	<b>46</b>
<b>4.2.2.1</b>	<i>Etapa 4 – Coletar os dados de processos da cadeia de suprimento</i>	<b>46</b>
<b>4.2.2.2</b>	<i>Etapa 5 – Elaborar o E-VSM do estado atual</i>	<b>47</b>
<b>4.2.3</b>	<b><i>Fase 3 – Análise dos dados</i></b>	<b>48</b>
<b>4.2.3.1</b>	<i>Etapa 6 – Identificar e elencar os desperdícios na cadeia em estudo</i>	<b>48</b>
<b>4.2.3.2</b>	<i>Etapa 7 – Elaborar o E-VSM do estado futuro</i>	<b>48</b>
<b>4.2.4</b>	<b><i>Fase 4 – Discussão dos resultados e conclusões</i></b>	<b>49</b>
<b>4.2.4.1</b>	<i>Etapa 8 – Apresentar cenários de melhorias</i>	<b>49</b>
<b>4.2.4.2</b>	<i>Etapa 9 – Elaborar relatório com as conclusões do estudo</i>	<b>49</b>

<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO</b>	<b>50</b>
<b>5.1</b>	<b>Fase 1 – Condições iniciais do estudo</b>	<b>50</b>
<b>5.1.1</b>	<i>Etapa 1 – Estruturar o referencial teórico</i>	<b>51</b>
<b>5.1.2</b>	<i>Etapa 2 – Caracterizar a cadeia de suprimento da empresa em estudo</i>	<b>51</b>
<b>5.1.2.1</b>	<i>A empresa âncora</i>	<b>53</b>
<b>5.1.2.2</b>	<i>Os fornecedores</i>	<b>61</b>
<b>5.1.2.3</b>	<i>Os clientes</i>	<b>62</b>
<b>5.1.3</b>	<i>Etapa 3 – Planejar o estudo</i>	<b>63</b>
<b>5.2</b>	<b>Fase 2 – Coleta e tabulação de dados</b>	<b>67</b>
<b>5.2.1</b>	<i>Etapa 4 – Coletar os dados de processos da cadeia de suprimento</i>	<b>68</b>
<b>5.2.1.1</b>	<i>Etapas físicas para fabricar o terminal da tomada</i>	<b>68</b>
<b>5.2.1.2</b>	<i>O fluxo de informação na fabricação do terminal</i>	<b>74</b>
<b>5.2.1.3</b>	<i>Os níveis de estoque na cadeia de suprimentos e o pessoal envolvido</i>	<b>78</b>
<b>5.2.2</b>	<i>Etapa 5 – Elaborar o E-VSM do estado atual</i>	<b>79</b>
<b>5.3</b>	<b>Fase 3 – Análise dos dados</b>	<b>88</b>
<b>5.3.1</b>	<i>Etapa 6 – Identificar e elencar os desperdícios na cadeia em estudo</i>	<b>88</b>
<b>5.3.2</b>	<i>Etapa 7 – Elaborar o E-VSM do estado futuro</i>	<b>85</b>
<b>5.4</b>	<b>Fase 4 – Discussão dos resultados e conclusões</b>	<b>89</b>
<b>5.4.1</b>	<i>Etapa 8 – Apresentar cenários de melhorias</i>	<b>90</b>
<b>5.4.2</b>	<i>Etapa 9 – Elaborar relatório com as conclusões do estudo</i>	<b>96</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>97</b>
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>101</b>
	<b>APÊNDICE A</b>	<b>106</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito de Gestão da Cadeia de Suprimentos<sup>1</sup> tem sido estratégico para a manutenção da competitividade industrial na última década. Tendências como a comunicação móvel, as tecnologias de roteamento por redes neurais, a computação na nuvem, a robotização inteligente (manufatura 4D) e a fabricação por impressão 3D tem influenciado o comportamento das empresas em relação às suas cadeias de suprimentos (COYLE; RUAMSOOK, 2014, p. 25).

No Brasil, desde a década de 1990, as indústrias vêm experimentando um novo ambiente de negócio, cada vez mais globalizado e competitivo, o que tem impulsionado o crescimento de decisões estratégicas mais agressivas, na busca por redução de desperdícios, reavaliação dos processos da organização e manutenção da competitividade. Os processos logísticos têm sido apontados como grandes contribuintes para o crescente aumento nos custos industriais (RESENDE; SOUSA, 2014, p. 7 e 8), tendo muitas empresas recorrido às ferramentas enxutas para melhorar seus processos na cadeia de suprimentos e alcançar resultados bastante significativos.

Há quase vinte anos foi apresentado o primeiro exemplo de aplicação do mapeamento do fluxo de valor na cadeia de suprimentos. O *Extended Value Stream Mapping* (E-VSM) como foi denominado, utilizou como análise, à época, a fabricação de uma lata de refrigerante que, no mapeamento, viajou 319 dias por nove plantas industriais de quatro países diferentes, sendo acompanhada desde a matéria-prima mais bruta até o consumidor final. A análise do fluxo mostrou que apenas três horas de atividades agregavam valor ao produto; o restante do tempo estava sendo utilizado para atividades de “armazenamento, retirada, empacotamento, expedição, desempacotamento, carregamento, checagem, retrabalho e intermináveis movimentações de informação para gerenciar a complexidade do sistema” e que não agregavam valor (JONES; WOMACK, 2004 p. 1).

Desde então, se tem percebido um crescente volume de publicações com resultados de implantações da abordagem enxuta na cadeia de suprimentos em todo o mundo. A comunidade científica, em parceria com as organizações empresariais, tem aplicado as ferramentas *lean* na cadeia de suprimento na busca de reduzir os desperdícios além das fronteiras das plantas de produção; no entanto, os resultados nem sempre apontam para as direções esperadas.

---

<sup>1</sup> O termo Gestão da Cadeia de Suprimentos é conhecido, em inglês, por , ou do inglês *Supply Chain Management* (SCM).

Um exemplo é o estudo realizado por Prajogo, Oke e Olhager (2015, p. 232) com 232 indústrias de manufatura na Austrália que concluiu que a integração da cadeia de suprimento tem impacto secundário na *performance* das empresas. O impacto primário, ou direto, é na logística *inbound*, onde há maiores esforços para redução de custos e eliminação de desperdícios. O estudo ainda aponta que os ganhos foram resultados da ampliação do conhecimento nos processos que integravam a cadeia, ou seja, a melhoria somente foi possível quando a cadeia foi enxergada em sua totalidade.

As divergências nas opiniões e nos resultados apresentados pela comunidade científica sobre a eficácia da metodologia *lean* na redução de desperdícios estão muito relacionadas à ineficiência nas análises e execuções dos mapas de fluxo de materiais e informações, mas alguns autores afirmam que as causas perpassam questões complexas como a cultura organizacional, confiança entre firmas, ambiente empresarial e o contexto administrativo-financeiro do negócio durante a implantação.

Saurin, (2015, p. 7) mostra, em seu trabalho, algumas dessas questões e aponta cinco “armadilhas” no uso de ferramentas *lean* que podem impactar no sucesso do projeto enxuto: “ignorar contexto de implantação; supervalorizar padrões orientados a ações e acreditar que eles podem ser sempre cumpridos; ignorar efeitos colaterais das soluções *lean*; não estar preparado para lidar com imprevistos e cortar folgas/margens de manobra em excesso”. O autor conclui com um questionamento sobre a exigência de certo alinhamento prático-conceitual entre a abordagem *lean* e as questões relacionadas com os estudos de sistemas complexos.

Outras publicações apontam alguns entraves existentes no momento da implantação da filosofia *lean* em manufaturas com alta variedade de produtos e baixo volume, situação que se apresenta como uma tendência à manufatura na atualidade.

Jina, Bhattacharya e Walton (1997, p.8) trazem as primeiras discussões sobre a raiz dos entraves, afirmando ser necessária certa adequação na metodologia quando o caso envolva empresas com aquelas características produtivas. Para os autores, seriam necessárias três adaptações: o desenvolvimento de produto atrelado à logística e à manufatura; a organização da produção de acordo com os princípios enxutos; e a integração da cadeia de suprimentos. Ao que parece, estes podem ter sido os princípios precursores da análise sistêmica da cadeia de suprimento, uma vez que coloca todos os processos sob o arcabouço teórico-prático do pensamento enxuto, com sendo este a metodologia capaz de tornar equânimes as relações de parceria entre os componentes da cadeia.

O mapa de fluxo de valor estendido é uma das ferramentas que foi adaptada aos processos das cadeias de suprimentos. No mapa, as etapas de transporte entre as plantas dos componentes da cadeia de suprimentos são identificadas e analisadas para a detecção de atividades que não agregam valor ao produto, de forma que possam ser iniciados os ciclos de melhorias, conhecidos como ciclos *kaizen*, expressão japonesa para o termo ocidental “melhoria contínua”.

Apesar das divergências de resultados, a abordagem enxuta tem sido cada vez mais disseminada entre as organizações industriais de todo o mundo como uma alternativa à eliminação dos desperdícios em todos os processos, em especial na cadeia de suprimentos; mas, no Brasil, ainda está pouco disseminada.

Os dois últimos Congressos de Sistemas Lean acontecidos no Brasil publicaram em seus anais, 134 artigos e 15 casos de sucesso nos últimos dois anos comparando-se com os 1000 artigos relacionados a engenharia de produção e aceitos no Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (ENEGEP) somente em 2015 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2016; TORTORELA; MARODIN; SAURIN, 2014; FETTERMANN; SILVA; TORTORELA, 2015). Portanto, fica evidente a disparidade entre os números de publicações para cada área específica, mostrando a necessidade de ampliação no volume de publicações e estudos sobre as potencialidades e entraves do modelo *lean*.

## 1.1 Definição do Problema

A intensificação do comércio internacional no Brasil após 1990, os avanços tecnológicos nas áreas de engenharia de telecomunicações e redes, o crescimento avassalador e a disseminação, quase instantânea, de informações ao redor do mundo, as novas modalidades de negócios como o *e-commerce*, a necessidade cada vez maior de ofertar produtos de alta qualidade, em pequenas quantidades e a um custo adequado forçou empresas de todos os portes a procurarem soluções globais para vencer os obstáculos e se manterem sustentáveis.

Não obstante, a seleção de uma estratégia que posicione a organização no patamar desejado não é tão óbvia e tampouco singular; perpassa análises criteriosas de múltiplos dados até que os *stakeholders* estejam convencidos de que é a mais adequada.

A análise do ambiente de negócio pode revelar inúmeros desperdícios nas atividades industriais, desde as internas até aquelas que conectam os processos entre firmas. Significa afirmar que, por exemplo, a etapa de transporte de material entre os depósitos de

cliente e fornecedor pode conter entraves capazes de impactar fortemente os custos de fabricação.

Uma análise externa parece ser uma boa estratégia para iniciar a identificação de oportunidades de melhorias nos processos da cadeia de suprimentos. O resultado de uma pesquisa realizada pela Fundação Dom Cabral (FDC) confirma o exemplo anterior. A pesquisa afirmou que, em 2014, os custos logísticos alcançaram o patamar de 11,19% da receita das empresas brasileiras, e o custo com transporte foi apontado como a maior fração do custo total (RESENDE; SOUSA, 2014, p. 7 e 8).

Enxergar a cadeia de suprimento de forma abrangente e detalhada pode contribuir para a redução dos custos logísticos, mas, ao que parece, as empresas não visualizam esta possibilidade como positiva, pois, na mesma pesquisa da FDC, outra análise mostrou que as empresas impactadas com os elevados custos logísticos afirmaram preferir combatê-los com ações internas (RESENDE; SOUSA, 2014, p. 20). Logo, para reduzir o impacto do elevado custo, as organizações estariam se limitando a enxergar seu ambiente de negócio com fronteiras delimitadas em suas plantas industriais, descartando a possibilidade de analisar as interseções das ações entre a indústria, fornecedores e clientes.

Talvez esta seja uma visão míope para a solução do problema; no entanto, abre possibilidades para alguns questionamentos: Atuar somente em ações internas resolveria o problema dos desperdícios na cadeia de suprimentos? Existem, realmente, desperdícios em processos que perpassam as fronteiras físicas da empresa e que, ao serem mitigados, resultariam certos ganhos no desempenho administrativo-financeiro na cadeia de suprimentos?

Portanto, o presente estudo tem como problema de pesquisa a seguinte questão: **Como identificar desperdícios nos processos que interligam os participantes de uma cadeia de suprimentos com a utilização da ferramenta E-VSM aplicada em ambiente fabril sem aspectos culturais *lean*?**

## **1.2 Justificativa**

Apesar de existir um número expressivo de relatos e artigos abordando aplicações da filosofia *lean* em empresas brasileiras são poucos os que apresentam resultados ou análises envolvendo a cadeia de suprimentos como um todo, desde a matéria-prima até o consumidor final. Nishida (2011, p. 2-5) denomina esta metodologia de logística *lean* e aponta os três

pilares que a compõe: redução do tamanho dos lotes de entrega, aumento na frequência de entrega e nivelamento no fluxo de entrega.

As peculiaridades existentes entre as empresas no que compete aos seus valores, missão, visão de negócio, estrutura de processos, gestão, cultura organizacional, cultura social no ambiente de negócio, entre outras, influenciam a aplicação das ferramentas do pensamento enxuto. Hofstede (2001, p. 97-121) afirma que muitos aspectos sociais influenciam no comportamento no trabalho o que, conseqüentemente, pode afetar a organização direta ou indiretamente. Ferreira (2014, p. 4) corrobora, expondo que:

Estudos que analisaram diferentes tipos de relações entre parceiros comerciais concluíram que a maioria delas é muito difícil de ser gerenciada sem um alinhamento das culturas organizacionais, adicionando que a incapacidade para fazer este alinhamento resulta em falhas de integração, sendo uma das principais barreiras para a efetiva prática de [*Supply Chain Management*] SCM. Outros estudos corroboram esta constatação e apresentam diversas evidências de que a incongruência cultural entre duas empresas que buscam integração resulta em baixa produtividade, perdas financeiras, baixo índice de satisfação no relacionamento e altos níveis de conflito.

Além das peculiaridades acima apresentadas, Ekici, Kabak e Ülengi (2016, p.126) mostram certa relação entre os indicadores de competitividade das nações (*Global Competitiveness Index*), publicado pelo Fórum Econômico Mundial, e os indicadores de competitividade logística (*Logistics Performance Index*), apresentados pelo Banco Mundial, em parceria com a Escola de Economia da Turquia. O trabalho aponta a influência direta, na *performance* logística, de elementos sistêmicos e externos à cadeia de suprimento e cita o acesso à banda larga como o elemento crucial para a excelência no desempenho da cadeia de suprimentos. Também, recomenda às nações que buscam eficiência logística investimentos intensivos em infraestrutura de telecomunicações, principalmente em banda larga.

O Brasil ocupa, atualmente, a 55ª posição no *ranking* do *Logistics Performance Index* (LPI) entre 160 países participantes e, para manter a competitividade, devem ser tomadas decisões que impactem na redução das ineficiências logísticas, apontadas como a principal origem dos custos logísticos (ARVIS *et al.*, 2014, 2016).

É importante subsidiar a comunidade científica e empresarial com informações relevantes capazes de balizar as tomadas de decisão na cadeia de suprimentos, o que contribuirá para a melhoria contínua da *performance* logística das empresas nacionais.

O mapeamento do fluxo de valor estendido, segundo Jones e Womack (2004 p. 10), é capaz de ampliar o entendimento dos processos logísticos na cadeia de suprimentos e identificar os principais pontos de desperdícios, o que se pretende corroborar neste trabalho

com a investigação empírica numa indústria sem histórico de contato com a abordagem enxuta.

A complexidade inerente aos processos da cadeia de suprimentos se apresenta como uma barreira à identificação de desperdícios na interface das relações entre firmas. Portanto, apresentar os resultados da aplicação de uma ferramenta de gestão capaz de identificar parte dos desperdícios de um sistema complexo é fundamental para a ampliação do conhecimento sobre tal sistema, o que justifica o estudo em questão.

Além disso, há necessidade de compartilhamento das práticas *lean* em empresas inexperientes no conhecimento e uso das ferramentas, pois as práticas recomendam uma transição gradativa da cultura organizacional tradicional para a cultura *lean*, no entanto é importante questionar: num ambiente cada vez mais exigente e competitivo para as organizações industriais, seria plausível acelerar os processos de mudanças culturais nessas empresas? Outro aspecto é a disseminação de resultados de aplicações enxutas sistêmicas, em detrimento de ações exclusivamente internas e inócuas, pouco eficientes na eliminação total dos desperdícios nos processos entre firmas da cadeia.

O presente estudo tem como propósito uma análise da efetividade da utilização da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor estendido na identificação de desperdícios, quando esta é aplicada à cadeia de suprimento de uma empresa com alta variedade de produtos e sem qualquer experiência anterior com a filosofia *lean*. O mapeamento foi iniciado na cadeia de suprimento da empresa no ano de 2014 e até a conclusão desta dissertação permanecia em execução. Para a análise e atingimento dos objetivos foi proposto um método de estudo de caso único associado a entrevistas não estruturadas e não dirigidas. Ao término do estudo espera-se apresentar um relato de evidências de entraves e de pontos de sucesso com a aplicação da ferramenta em questão, além de uma análise completa do estudo.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Identificar, com a aplicação da ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor Estendido, desperdícios nos processos da cadeia de suprimentos de uma empresa industrial do segmento de materiais elétricos, localizada no município de Maracanaú, no Estado do Ceará, e que não possui experiência com a abordagem *lean*.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Conhecer a cadeia de suprimentos da empresa desde a saída da matéria-prima até o desembarque no cliente final;
- Compreender o fluxo de materiais e informações existente ao longo da cadeia em estudo;
- Compreender os principais aspectos culturais da empresa, em foco, que possam ter relação com a geração de desperdícios em sua cadeia de suprimentos;
- Elaborar os mapas de fluxo de valor estendido nos estados atual e futuro para a identificação das atividades que não agregam valor;
- Desenvolver cenários para eliminação das atividades que não agregam valor;

### 1.4 Metodologia empregada

### 1.5 Estrutura do trabalho

O desenvolvimento do trabalho divide-se em seis capítulos. Este primeiro apresenta uma introdução ao tema, limita o problema de pesquisa, justifica o trabalho e expõe os objetivos.

No segundo capítulo são discutidos os principais conceitos e ferramentas relacionados à abordagem *lean*, enfatizando a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor e mostrando suas características.

No capítulo três são apresentados os conceitos de logística e SCM, explanando sua evolução no Brasil, a partir da década de noventa. Traz também uma discussão sobre a importância das atividades logísticas dentro da Cadeia de Suprimentos e encerra com as fronteiras tecnológicas às metodologias de gestão na SCM.

O quarto capítulo apresenta a metodologia utilizada na pesquisa e o método de pesquisa proposto para estruturar o estudo; já o quinto expõe e discute os resultados adquiridos com a aplicação do método.

Por fim, são tecidas as considerações finais, as conclusões ressaltando as limitações do estudo e as sugestões para pesquisas futuras.

## 2 A ABORDAGEM ENXUTA

A abordagem enxuta, discutida no presente capítulo, retratará o conjunto de técnicas, comportamentos e estratégias dos sistemas produtivos *lean* apresentados no livro “A máquina que mudou o mundo”, de autoria de James Womack, Daniel Jonas e James Roos.

Os termos abordagem enxuta, pensamento *lean* ou mesmo sistema *lean* tem origem na expressão “*lean production*”, definida inicialmente pelo pesquisador do *International Motor Vehicle Program* (IMVP), John Kraisik. A expressão faz um contraponto ao sistema produtivo em massa utilizado por Henry Ford e significa utilizar menores quantidades de tudo: metade do esforço dos operários, metade da área de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento, entre outras ações (WOMACK; JONES e ROOS, 2004, p. 3).

Atualmente os conceitos, técnicas e ferramentas enxutas têm sido utilizadas por diversos tipos de organizações e processos. Bowersox; Closs e Cooper (2006, p. 44) corroboram com a afirmativa anterior quando definem a abordagem enxuta como o termo que faz referência ao conjunto de ferramentas *lean* aplicadas em qualquer processo organizacional, especialmente quando utilizada concomitantemente em diversas áreas da empresa. Nos processos logísticos por exemplo, esta abordagem busca a integração total do canal de distribuição, passando pelos processos de logística *inbound*, *inplant* e *outbound*, na busca da criação de valor para o cliente final.

O capítulo traz, inicialmente, uma contextualização histórica do pensamento enxuto, apresentando as suas origens e o estágio atual de desenvolvimento, e conclui-se com a apresentação das ferramentas e técnicas aplicadas. Está dividido em três seções: a origem do *lean* e o Sistema Toyota de Produção; as ferramentas *lean*; e a amplitude do pensamento *lean* nas organizações.

### 2.1 A origem do *lean* e o Sistema Toyota de Produção

O verbete *lean*, em português, recebe os significados de magro ou delgado segundo Michaelis (2001, p. 180), mas, no ambiente empresarial, é relacionado à filosofia de gestão inspirada nas práticas e resultados do Sistema Toyota de Produção (STP) e ganha a conotação de “enxuto”, ou seja, sem desperdícios. Então, o *lean* pode ser definido como sendo uma filosofia de gestão empresarial cuja essência é a capacidade de eliminar desperdícios dos sistemas continuamente (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2015).

O *lean* foi apresentado ao ocidente, pela primeira vez, por John Krafzik, pesquisador do IMVP em 1988, no artigo “*Triumph of the lean production system*”. No início, pesquisadores de sua equipe não aceitaram o termo, por imaginarem que sua etimologia deveria representar melhor as características do sistema de produção delineado, pois, para alguns, o modelo Toyota era algo muito “frágil” em virtude da necessidade de forte engajamento dos colaboradores e, também, da drástica redução dos níveis de estoques. Apesar das discordâncias, o termo foi lançado e se consolidou quando James Womack, Daniel Jonas e James Roos publicaram, em 1990, o livro “A máquina que mudou o mundo”, baseado em estudo conduzido pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) sobre o futuro da indústria automobilística americana. As duas publicações deixaram explícitas as vantagens da produção enxuta sobre a produção em massa, considerando aspectos de produtividade, custo e redução dos desperdícios, embasada nos benefícios alcançados pelo STP, modelo de produção desenvolvido e utilizado pela *Toyota Motor Company* no Japão (WOMACK; KRAFSIK, 2013, p. 3-5; KRAFSIK, 1988, p. 45-50).

Depois da segunda guerra mundial, o então presidente da *Toyota Motor Company*, Toyoda Kiichiro havia determinado, que a empresa se esforçasse para alcançar os Estados Unidos em três anos, sob pena de destruir a indústria automobilística japonesa. No entanto, para realizar este objetivo, a organização precisava conhecer os métodos produtivos americanos e analisá-los para que pudessem ser aplicados no Japão. No contexto industrial da época, acreditava-se que a produtividade do trabalhador americano estava quase decuplicada em comparação com a do trabalhador japonês, o que provocou algumas questões: o que os japoneses estão desperdiçando? Caso o desperdício seja eliminado, a produtividade dos japoneses poderia decuplicar? A busca por respostas a estas questões marcou o início do STP e, conseqüentemente, da filosofia *lean* (OHNO, 2004, p. 38).

O STP foi desenvolvido sob a liderança do engenheiro Taiichi Ohno após 1945. Naquela época, os esforços para a redução dos desperdícios estavam sendo direcionados, apenas, para a produção, sendo dada pouca importância a outras áreas da empresa. A base do Sistema é a identificação e redução dos desperdícios nos processos produtivos e para Ohno havia sete fontes de desperdícios associadas à produção: desperdício de superprodução; desperdício de tempo disponível (espera); desperdício em transporte; desperdício do processamento em si; desperdício de estoque disponível (estoque); desperdício de movimento; e desperdício de produzir produtos defeituosos (OHNO, 2004, p.45). A seguir estão detalhados os desperdícios de Ohno.

- **Desperdício de superprodução:** está relacionado a quantidades de produtos fabricadas sem um pedido associado, isto significa que não devem ser produzidos itens além daquilo solicitado por um cliente.

- **Desperdício de tempo disponível (espera):** processos produtivos em descompasso provocam tempos de espera, ou seja, máquinas ou operários parados ou aguardando programação para produzir.

- **Desperdício em transporte:** está relacionado à prática de movimentação de peças ou produtos desnecessariamente ao longo do processo produtivo. Etapas de fabricação em sequencia devem estar localizadas o mais próximo possível.

- **Desperdício do processamento em si:** este desperdício é mais difícil de ser detectado, pois tem relação com o desenvolvimento do produto ou processo. Em situações específicas, alguns produtos exigem consumo extra de material por falhas no projeto.

- **Desperdício de estoque disponível (estoque):** é a produção de estoque em excesso. No STP os estoques são projetados em quantidades mínimas necessárias à manutenção da produção.

- **Desperdício de movimento:** quando um operador se desloca, sem material ou produto, tem-se um desperdício de movimento. Nos processos, movimentos desnecessários geram um aumento no tempo padrão de produção, o que se converte em baixa produtividade.

- **Desperdício de produzir produtos defeituosos:** tem relação direta com as falhas de qualidade e a fabricação de produtos defeituosos.

Para combater os desperdícios, o STP utilizou dois pilares de sustentação: o *just-in-time* e a autonomia. O primeiro impõe que “cada processo receba o item exato necessário, quando ele for necessário e na quantidade necessária”, enquanto o segundo “dar inteligência à máquina” exigindo que um operador acompanhe o processo e desligue a máquina ou equipamento ao perceber o menor defeito. Estes novos conceitos não poderiam ser aplicados utilizando-se os métodos convencionais de gestão, o que fez emergir as ferramentas *lean*.

## 2.2 As ferramentas *lean*

O modelo de produção desenvolvido pela Toyota, como foi apresentado, teve seu alicerce no *just-in-time* e na autonomia, o que deu origem às ferramentas de gestão utilizadas, atualmente, na filosofia *lean*: *value stream mapping* (VSM), *single minute exchange die* (SMED); 5S; *Heijunka*; 6 sigma; *Poka Yoke*; *kanban*; *kaizen* e *Total Productive*

*Manutenece* (TPM) (MOREIRA, 2011, p. 32-56). Neste estudo serão tratados, em especial, os aspectos relacionados à ferramenta VSM, por ser esta a componente principal para o atingimento dos objetivos do trabalho; as outras ferramentas serão citadas superficialmente, necessitando maiores aprofundamentos.

### **2.2.1 – Value stream mapping ou Mapeamento do fluxo de valor**

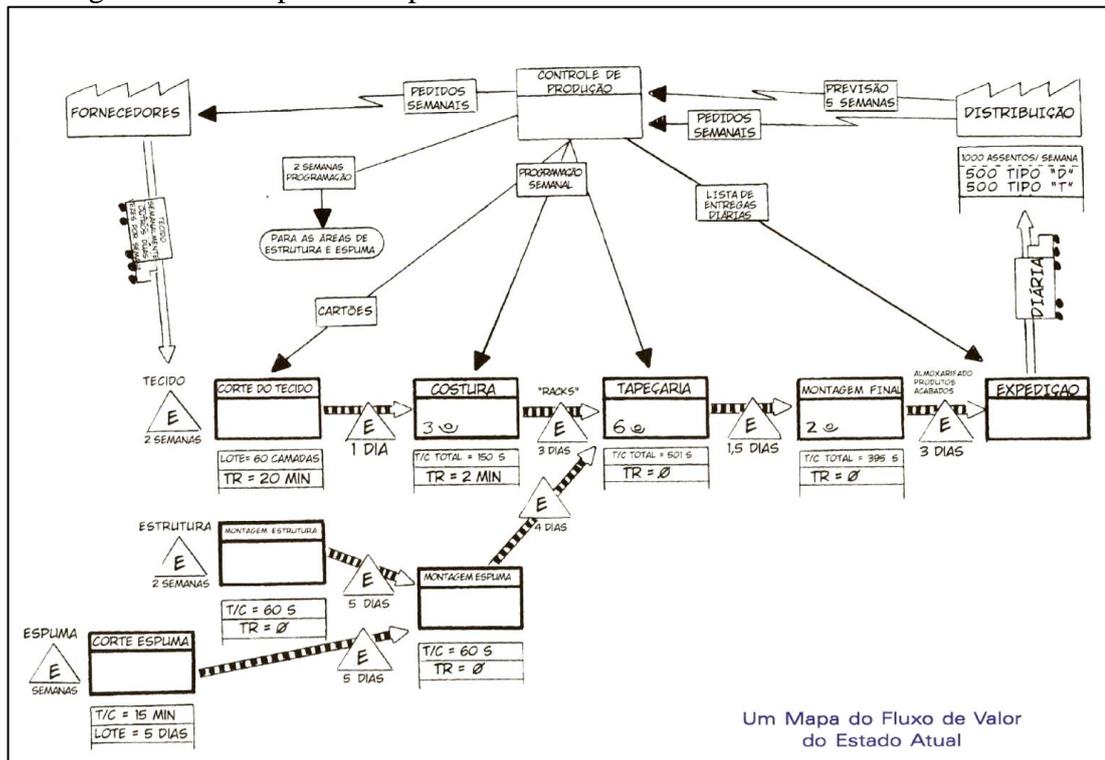
O mapeamento do fluxo de valor, como conhecido no Ocidente, é uma ferramenta capaz de descrever o estado atual dos fluxos produtivos em uma organização e fornecer dados para a criação de um estado futuro ou de mudança. O VSM possui uma estrutura padrão que revela os desperdícios facilitando a execução de ação para a mitigação ou eliminação destes. Rother e Shook (2003, p. 9) vão mais profundamente à essência do conceito e o que ele representa na Toyota, desde sua origem.

Na Toyota, o método chamado “Mapeamento do Fluxo de Valor” neste manual, é conhecido como “Mapeamento de Informação e Materiais”. Não é usado como um método de treinamento ou um meio de “Aprender a Enxergar”. É usado pelos praticantes do Sistema de Produção Toyota para retratar o estado atual e o futuro, que é o “ideal”, no processo de desenvolvimento dos planos de implementação dos sistemas enxutos. Na Toyota, enquanto o termo “fluxo de valor” é raramente ouvido, infinita atenção é dada para se estabelecer o fluxo, eliminando os desperdícios e agregando valor. As pessoas na Toyota aprendem sobre os três fluxos na manufatura: os fluxos de materiais, de informações e de pessoas/processos.

Portanto, o VSM, ao percorrer os processos, está verdadeiramente buscando identificar o “valor” que cada atividade representa para o cliente. Aquelas que não são percebidas pelos clientes como necessárias à fabricação e entrega dos produtos são consideradas não agregadoras de valor. Segundo Womack e Jones, (2004, p. 1), Rother e Shook, (2003, p. 14), um fluxo de valor é o fluxo de produção desde a matéria-prima até os braços do consumidor; portanto, engloba todos os processos necessários à disponibilização de materiais e recursos para a produção de um bem ou serviço.

O Mapa de fluxo de valor é uma ferramenta que utiliza, basicamente, papel, lápis e borracha. Nele estão elementos gráficos que representam os processos e os fluxos de materiais e informações sobre os processos em questão (ROTHER; SHOOK, 2003, p. 4). A Figura 1 mostra um mapa de fluxo de valor de uma empresa hipotética com os dados necessários à identificação dos desperdícios ao longo do fluxo.

Figura 1 – Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor no estado atual



Fonte: Rother e Shook (2003, p. 10)

Na Figura 1, os elementos gráficos em formato triangular representam os estoques precedentes e subsequentes a cada etapa do processo produtivo. Os processos estão representados por caixas identificadas com o nome da respectiva etapa, por exemplo; a etapa de costura. Abaixo das caixas de processos estão as informações de processo correspondentes; por exemplo, na etapa de corte de tecido são produzidos lotes de sessenta camadas e o tempo de troca (*setup*) para a produção de outro lote é de vinte minutos. O estoque precedente à etapa de corte de tecido é composto por rolos de tecido numa quantidade suficiente para mantê-la funcionando por duas semanas. O estoque subsequente à etapa de corte atende a produção da etapa de costura em um volume capaz de supri-la por, apenas, um dia. Assim, sucessivamente, se vai fluindo o processo ao longo das etapas até a expedição, onde os produtos são preparados para a distribuição aos clientes (ROTHER; SHOOK, 2003, p. 9-10).

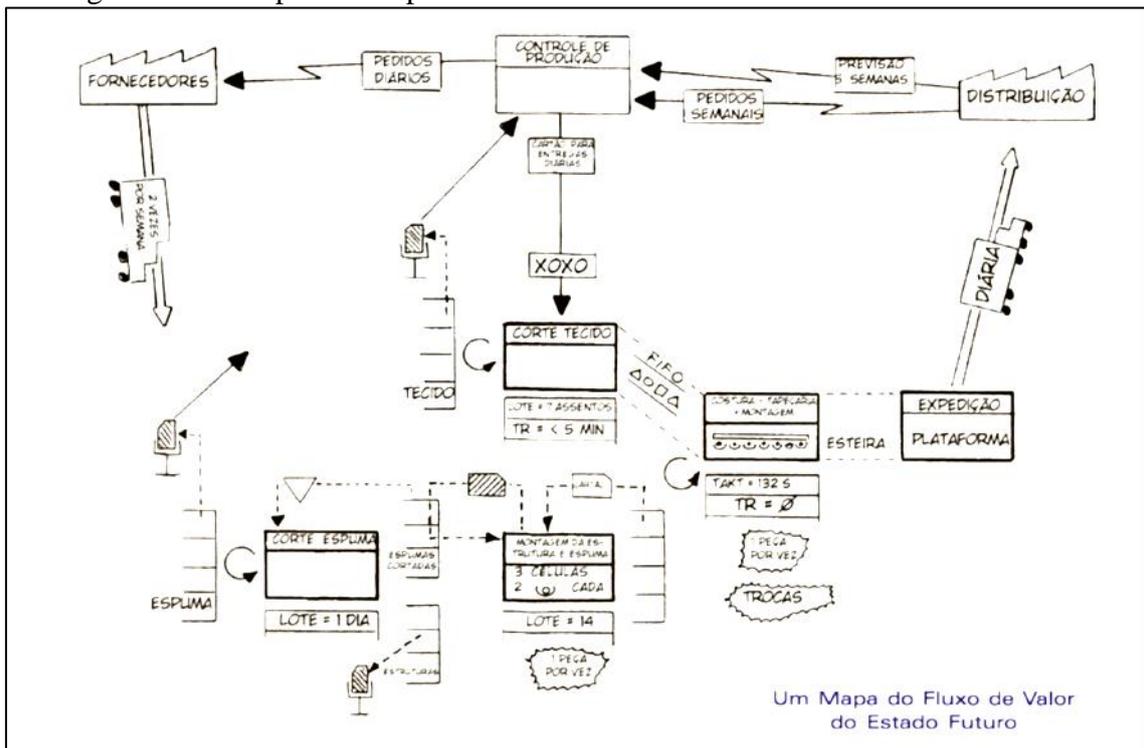
As setas representadas no mapa de fluxo de valor da Figura 1 mostram o comportamento do fluxo de materiais e informações, sendo as não diretas referentes às informações enquanto as diretas representam fluxos de materiais. Já as setas tracejadas representam a sistema de produção empurrado, onde o produto é fabricado mesmo que não exista demanda para tal. É fácil perceber as informações chegando e saindo no departamento de controle de produção, representado por uma Figura retangular no topo do mapa. Os

símbolos utilizados no VSM são padronizados e foram disponibilizados na lista de símbolos deste trabalho.

A elaboração de um VSM exige atenção total às atividades que estão sendo executadas no “chão-de-fábrica” e a coleta e tabulação de alguns dados como: as análises dos fluxos de materiais e informações; a descrição das etapas de produção com seus respectivos *lead time*; e os níveis de estoques. De posse dos dados e observações se inicia o processo de elaboração do mapa que representará o estado atual em que se encontra o processo da empresa (ROTHER; SHOOK, 2003, p. 11-12).

O VSM no estado futuro é uma representação das possibilidades de melhorias para cada atividade que não agrega valor. É elaborado a partir da análise do VSM atual e da identificação dos desperdícios. A Figura 2 mostra o VSM no estado futuro para a mesma empresa hipotética da Figura 1.

Figura 2 – Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor no estado futuro



Fonte: Rother; Shook (2003, p. 11)

Pode ser observado que, no estado futuro mostrado na Figura 2, existem vários aspectos de melhorias em relação ao estado atual como por exemplo, a fusão de algumas etapas do processo produtivo (montagem de estruturas e montagem de espuma) e a mudança do *layout* do setor deste novo setor, que passou de *layout* em linha para o tipo celular. Outra

melhoria foi conseguida no fluxo de informações do Controle de Produção, que no VSM atual emitia e recebia informações de todas as etapas do processo além de clientes e fornecedores, e no VSM de estado futuro passou a compartilhar as informações, em menor frequência, com as etapas de produção, concentrando maiores esforços no relacionamento com clientes e fornecedores. As comunicações com os setores da empresa não desapareceram no VSM futuro, apenas mudaram o veículo de transmissão, enquanto no VSM atual eram encaminhadas ordens de produção para cada setor, característica peculiar aos sistemas de produção em massa, no futuro a comunicação é realizada por *kanban*, técnica japonesa para puxar a produção entre os setores (ROTHER; SHOOK, 2003, p. 11).

O VSM talvez seja a principal ferramenta da filosofia *lean*, pois tem a função de identificar as atividades, fluxos, informações e processos que não agregam valor ao produto e embasar as ações de melhorias contínuas (*kaizen*). Bornia *et al* (2015, p. 9) concorda com essa colocação uma vez mostra ser o VSM a ferramenta mais utilizada, seguida pelo *kaizen* nos estudos publicados sobre a abordagem enxuta. É reconhecida a importância do mapa de fluxo de valor para a adequação à filosofia enxuta, porém Womack e Krafzik (2013, p. 7) ressaltam ser fundamental a atuação sistêmica e conjunta com todas as ferramentas para o sucesso do *lean* na organização como um todo.

### 2.2.2 Outras ferramentas *lean*

O VSM tem sua contribuição para a implantação da filosofia *lean*, mas outras ferramentas são necessárias para apoiar o processo e promover as mudanças necessárias; o *kaizen* é uma delas. Segundo Ortiz (2010, p. 22) *kaizen* “é a palavra japonesa para ‘melhoria contínua’”, sendo comumente confundido com a própria filosofia enxuta. Para o autor o *kaizen* é

O primeiro trecho da jornada de produção enxuta é confundido frequentemente com a produção enxuta em si, mas *kaizen* não significa produção enxuta. A produção enxuta trata de remover os desperdícios; o *kaizen* trata de melhorias contínuas. O *kaizen* faz parte da produção enxuta.

Bañolas (2011a, p. 2-4) mostra que as empresas concentradas na melhoria contínua de seus processos e produtos estão dois passos à frente de seus concorrentes e que o *kaizen* tem que ser praticado por toda a organização, exigindo uma transformação cultural forte, portanto, as práticas *Kaizen* devem ser ininterruptas. O autor ainda destaca a importância da criação dos times de melhoria que ficarão responsáveis por promover os

eventos *kaizen* em toda a empresa. Cassemiro (2007, p. 46) sugere que os funcionários realizem reuniões periódicas, as quais o autor denomina de *workshops kaizen*, para discutir o estado atual de qualquer processo na empresa, vislumbrar um estado futuro e implantar as mudanças.

Portanto, o *kaizen* pode ser considerado a ferramenta capaz de promover a disseminação da cultura *lean* na empresa, estimulando as conversas sobre melhorias entre colaboradores nos vários níveis hierárquicos.

Outra ferramenta importantíssima para a implantação da abordagem *lean* é o *kanban*, que em japonês significa cartão. Ohno (2004, p. 35) afirma que “não há desperdício mais terrível em uma empresa do que a superprodução”. Para combater essa fonte de desperdício a Toyota necessitava de controle visual efetivo dos seus processos o que permitiu a criação do *kanban*.

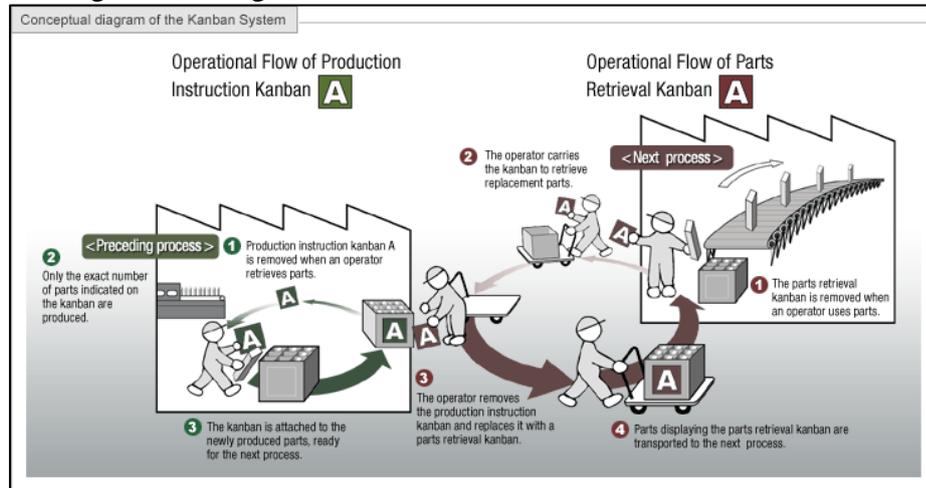
Segundo Moura (1992, p. 25), *kanban* é uma técnica de gestão de materiais e de produção, baseada em controles manuais por cartões, capaz de puxar as necessidades de produtos acabados no momento exato de sua necessidade; é o oposto aos sistemas de produção tradicionais, com suas metas de produção baseada em previsões de demanda e as etapas de produção sendo executadas em descompasso. Segundo Ohno (2004, p. 49), as funções do sistema *kanban* vão além do controle e programação da produção: fornecem informações sobre coleta e transporte de material; fornecem informações sobre produção; impedem a superprodução e o transporte excessivo; impedem produtos defeituosos; revelam problemas existentes e mantêm os controles de estoque.

O processo de utilização do *kanban* é muito simples, contando com algumas partes para ser implantado. Tubino (2008, p. 142) mostra que são necessários o cartão *kanban*, o quadro *kanban*, contentores e os supermercados. A Figura 3 mostra um esquema básico de um sistema *kanban*.

Na Figura 3 os cartões A, de cor verde, representam as peças do primeiro processo enquanto os cartões A de cor marrom correspondem ao segundo processo. O fluxo se inicia com os cartões verdes. Sempre que um contentor de produtos é preenchido com a quantidade estabelecida no cartão *kanban*, o operador retira um cartão do quadro *kanban* e o posiciona no contentor cheio, que será enviado ao supermercado, como mostrado no número três do processo verde. No instante que o operador do processo marrom necessita de matéria prima (peças A verdes) em seu processo, esse entrega um cartão *kanban* marrom, com as quantidades especificadas ao abastecedor que, por sua vez, se direciona até o supermercado de peças verdes e retira um contentor com a quantidade especificada no cartão marrom. Nesse

momento o abastecedor posiciona o cartão verde no porta *kanban* enquanto o cartão marrom é fixado no contentor com peças. Esse contentor é transportado até o operador do processo marrom que produzirá as peças e se reinicia o ciclo (TOYOTA COMPANY, 2015).

Figura 3 – Diagrama conceitual do Sistema Kanban



Fonte: Toyota Company

Moura (1992, p. 31) ainda faz uma analogia do uso dos cartões *kanban* como sendo uma espécie de “dinheiro, com o qual os operários da linha de produção compram as peças do processo anterior”.

Uma qualidade vital para os sistemas *lean* é a flexibilidade. Como os lotes devem ser pequenos para não gerar excedentes de produção e a fabricação deve ser puxada pelos clientes, não há alternativa senão ser flexível. Para ser atingida foi criada a ferramenta SMED que no Brasil recebe, ainda, a denominação de “troca rápida de ferramenta”.

O SMED tem como princípio a eliminação de tempos de *setup* desnecessários nos processos produtivos. Sempre que necessário, as máquinas são paradas e passam por uma etapa de preparação para que possa iniciar um novo ciclo de trabalho, o que é conhecido por *setup*. Neste momento, a produção é interrompida e, conseqüentemente, se perde certo tempo no dia, o qual poderia ser destinado à produção. O SMED foi desenvolvido para reduzir estas perdas.

Desenvolvido em 1950 por Taiichi Ohno, o SMED, para ser executado, exige a prática de cinco passos essenciais: observar o método utilizado no *setup* do equipamento; separar as atividades internas e externas; acompanhar os processos de melhoria; e promover a melhoria contínua (DAVE e SOHANI, 2012, p. 28).

Diversas empresas implantaram o método de troca rápida de ferramenta em seus processos e obtiveram resultados satisfatórios como a redução do tempo de *setup* de quatro

horas para 1,5 horas numa prensa de 1000 toneladas e a redução de noventa minutos para nove minutos em prensa progressiva de 150 toneladas (DAVE e SOHANI, 2012, p. 28). Resultados como os apresentados reforçam a importância da utilização das ferramentas *lean* para a redução dos desperdícios.

### 2.3 A amplitude do pensamento *lean* nas organizações

Atualmente, a filosofia enxuta tem recebido uma conotação mais holística, extrapolando os limites da manufatura e atingindo o sistema produtivo como um todo: o *Lean Business System*, que representa a filosofia do STP “aplicada a todas as dimensões dos negócios da uma organização” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2015). No entanto, foco permanece o mesmo: criação de valor para o cliente. Jones e Womack (2004, p. 4):

O ponto de partida essencial para o pensamento enxuto é o valor. O valor só pode ser definido pelo cliente final. E só é significativo quando expresso em termos de um produto específico (um bem ou um serviço e, muitas vezes, ambos simultaneamente) que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico [...] O pensamento enxuto, portanto, deve começar com uma tentativa consistente de definir precisamente valor em termos de produtos específicos com capacidades específicas oferecidas a preços específicos através do diálogo com clientes específicos [...] Em suma, especificar o valor com precisão é o principal passo essencial no pensamento enxuto. Oferecer bem ou serviço errado da forma certa é desperdício.

Apesar de parecer óbvio, o conceito de valor na mentalidade *lean* tem uma conotação especial e se define como sendo algo diferente de custo ou preço de um produto ou serviço; valor é algo atribuído pelo cliente (BAÑOLAS, 2011b, p. 2), o que abre oportunidade para qualquer tipo de organização tentar “enxergar” o valor percebido por seus clientes.

O conceito de valor *lean* tem avançado nos últimos vinte e cinco anos e se disseminado pelo mundo, alcançando diversos segmentos empresariais de todos os portes. O conceito surgido na manufatura (no *gemba*), atualmente, está sendo aplicado em serviços de informação, construção civil, serviço de saúde, em rotinas administrativas de escritórios, indústria aeroespacial e até na agricultura (NEESE, 2016; BOULHILLON, 2016; PICCHI e THOMPSON, 2016; WOMACK, 2016; TOUSSAINT, 2016). O caso agrícola é bem recente. Uma fazenda aplicando a filosofia *lean* na produção de frutas e legumes têm conseguido preços maiores na comercialização e menores desperdícios no manejo (WOMACK, 2016). Em agroindústrias na Nova Zelândia e Reino Unido a cadeia de laticínio também utiliza ferramentas *lean* em seus processos nas fazendas e indústrias. No Brasil, neste setor, as ações

enxutas se restringem às agroindústrias e às indústrias de máquinas agrícolas (BATTAGLIA, 2013).

As ramificações do pensamento enxuto vêm conectando cada vez mais empresas que, numa relação de parceria, se coadunam para eliminar desperdícios nos processos que as interligam. Isto promove maior sinergia e, estudos apontam, que em mercados competitivos já se tem evidências empíricas das vantagens das aplicações colaborativas da filosofia *lean*, em especial nas cadeias de suprimentos, o que demonstra que, conhecendo bem os parceiros, se consegue eliminar desperdícios e obter ganhos coletivos (EKICI; KABAK e ÜLENGI, 2016, p.118).

### 3 O LEAN E A CADEIA DE SUPRIMENTOS ENXUTA

A globalização, o aumento das incertezas econômicas, a proliferação de produtos, os menores ciclos de vida de produtos e as maiores exigências de serviços foram mudanças econômicas que motivaram as ações de integração entre os participantes de uma cadeia de suprimentos, porém, o caráter estratégico proporcionado por uma gestão eficiente e eficaz da cadeia, só foi percebido a partir da década de 1990 (FLEURY; WANKE e FIGUEREDO, 2013, p. 27-51).

Embora seja um conceito disseminado mundialmente, a gestão da cadeia de suprimento ou *supply chain management* ainda está sendo pouco aplicada entre as organizações empresariais brasileiras. Alguns fatores são apontados como motivadores para o desinteresse, entre eles: a dificuldade em aceitar a mudança cultural necessária à formação da aliança entre os participantes de cadeia e o elevado nível de confiança que deve existir entre as partes (SANTOS, 2015, p. 11-12; PAKDIL; LEONARD, 2014, p. 736).

A utilização de ferramentas de gestão, como as da abordagem enxuta, e a crescente expansão da tecnologia de informação tem contribuído para minimizar esses dois entraves e ampliar as interações na cadeia de suprimento. A identificação por radiofrequência ou *Radio-Frequency Identification* (RFID) no inglês, a expansão da *internet* móvel, as tecnologias de posicionamentos globais como o *global positions system* (GPS) e os *softwares* de compartilhamento de informações como os *Electronic Data Interchange* (EDI) são alguns exemplos de tecnologias que estão impulsionando as mudanças nos canais de distribuição (COYLE; RUAMSOOK, 2014. p. 29; FLEURY; WANKE e FIGUEREDO, 2013, p. 30).

Este capítulo tratará os conceitos de cadeia de suprimentos e os efeitos da aplicação de ferramentas *lean* nos processos que interligam os participantes das cadeias. As seções, sequencialmente, são: Logística e a cadeia de suprimento; O *Extended Value Stream Mapping*; e A logística *lean*.

#### 3.1 A Logística na cadeia de suprimentos

A logística talvez seja uma das mais antigas atividades realizada pelo homem, mas no Brasil o conceito tomou força entre os anos de 1994 e 1997 com o crescimento do comércio exterior brasileiro (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2013, p. 19).

No tocante ao conceito, esse termo faz referência, ao processo de planejamento, implementação e elaboração de procedimentos para o controle eficiente e eficaz das

atividades de transporte e armazenagem de mercadorias, incluindo serviços e informações correlacionadas, desde o ponto de origem até o consumidor final, respeitando os requisitos estabelecidos pelos clientes (*Council of Supply Chain Management Professional*, 2015). Bowersox; Closs e Cooper (2006, p.21) afirma ser a logística “o trabalho exigido para mover e posicionar o inventário na cadeia de suprimentos”.

Além desse, outro conceito interessante é o de *Logistics Management* que em português é traduzido como Gestão Logística. O Conselho Americano de Profissionais de *Supply Chain Management* (CSCMP) o define como sendo a área do negócio que

planeja, implementa e controla o fluxo direto e reverso, o armazenamento eficiente e eficaz de mercadorias e os serviços e informações desde o ponto de origem até o ponto de consumo, a fim de atender às exigências dos clientes. Atividades de gestão de logística incluem, normalmente, a gestão de entrada e de saída de materiais, transporte, gestão de frotas, armazenagem, manuseio de produtos, atendimento de pedidos, projeto da rede logística, gestão de inventário, planejamento da oferta/demanda e gestão de terceiros prestadores de serviços de logística. Em graus variados, a gestão logística inclui também abastecimento e aquisições, planejamento e programação da produção, embalagem e montagem e resposta ao cliente. Ela está envolvida em todos os níveis de planejamento e execução: estratégico, operacional e tático. Gestão de logística é uma função integradora que coordena e otimiza todas as atividades de logística, bem como integra as atividades logísticas a outras como marketing, vendas, manufatura, finanças e tecnologia da informação.

Então, a gestão logística é responsável por controlar todas as atividades logísticas e fornecer informações para a tomada de decisões estratégicas em consonância com outros departamentos, enquanto a logística coordena o transporte e a armazenagem.

Segundo Bowersox; Closs e Cooper (2006, p.21), cadeia de suprimento é a articulação entre empresas que partilham o mesmo canal de distribuição, ou canais diferentes, porém com o objetivo comum de “alavancar posicionamento estratégico [e] melhorar a eficiência das operações [logísticas]”. O *Council of Supply Chain Management Professional* (2015) a define como sendo o processo que se inicia na aquisição das matérias primas e termina no consumidor final, sendo composta por um conjunto de muitas empresas: fornecedores, prestadores de serviços logísticos e clientes. Portanto, é possível concluir que a cadeia de suprimento é um conjunto de empresas conectadas e coordenadas, que se dedicam a fornecer um produto ou serviço a um cliente, desde a matéria prima, no seu estado mais bruto, até o produto acabado (BALLOU, 2006; BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006; FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2013; JONES; WOMACK, 2004; *Council of Supply Chain Management Professional*, 2015).

As atividades logísticas e as de gestão logística são praticadas entre organizações que produzem e adquirem bens e serviços, o que faz emergir outro conceito, o de logística integrada. No período compreendido entre 1980 e 2000, em meio a novos conceitos e ferramentas de gestão da qualidade, foi apresentada a definição de logística integrada, oriunda dos movimentos *Just in Time* (JIT) (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2013, p. 38-39). Segundo Fleury; Wanke e Figueiredo (2013, p. 31) a logística integrada, além de ter como foco a conexão sedimentada entre os componentes da cadeia de suprimentos, também “deve ser vista como um instrumento de marketing, uma ferramenta gerencial, capaz de agregar valor por meio dos serviços prestados”.

Nesse ambiente de consolidação do conceito de logística integrada surgiu, no início dos anos de 1990, o conceito de SCM que, traduzido para o português, recebe o significado de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Naquele período, o SCM foi entendido como uma evolução do conceito de logística integrada, mas FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO (2013, p. 39) esclarece a dúvida quando afirma que:

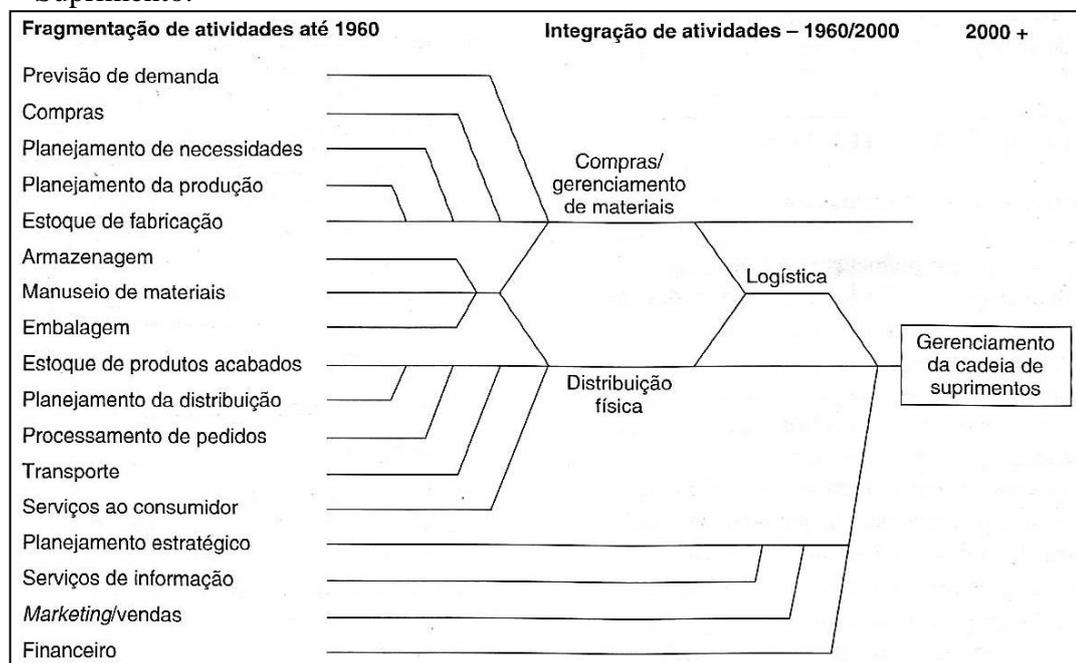
o conceito de *Supply Chain Management* é mais do que uma simples extensão da logística integrada, pois inclui um conjunto de processos de negócios que em muito ultrapassa as atividades diretamente relacionadas com a logística integrada. Além disso, há uma clara e definitiva necessidade de integração de processos na cadeia de suprimentos. O desenvolvimento de novos produtos é talvez o mais óbvio deles, pois vários aspectos do negócio deveriam ser incluídos nessa atividade, tais como: o marketing para estabelecer o conceito; pesquisa e desenvolvimento para a formulação do produto; fabricação e logística para executar as operações; e finanças para a estruturação dos financiamentos. Compras e desenvolvimento de fornecedores são outras duas atividades que extrapolam funções tradicionais da logística, e que são críticas para a implementação do SCM.

Além de ser um novo conceito essa afirmativa demonstra a abrangência que o SCM possui sobre os processos na cadeia de suprimentos, extrapolando os limites das operações logísticas e atingindo outras funções dentro e fora das organizações. Ballou (2006, p. 30), como apresentado na Figura 4, mostra graficamente o conceito de SCM e sua escala temporal de evolução.

No lado esquerdo da Figura 4 estão apresentadas algumas atividades comuns numa empresa industrial. Nesta parte da Figura se nota uma fragmentação das atividades dentro das organizações, que perdurou até o fim de 1960, onde se percebeu o início da integração entre algumas atividades, perdurando este processo até o ano 2000. Neste ínterim, período de intensa disseminação dos conceitos modernos de gestão (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO (2013, p. 38-39) atividades como, a previsão de demanda, compras, planejamento de necessidades, planejamento de produção, armazenagem, manuseio de

materiais e embalagens foram se integrando e passaram a compor a atividade de compras/gerenciamento de materiais. Também, outras atividades foram compiladas na atividade de distribuição física que, junto com a anterior compuseram até 2000 o conceito de logística, como se observa no centro da Figura 4. A evolução natural do processo de incorporação destas duas últimas atividades com as de planejamento estratégico, serviços de informação, marketing/vendas e financeiras às resultou no conceito de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (BALLOU, 2006, p. 30).

Figura 4- Evolução temporal do conceito de Gerenciamento da Cadeia de Suprimento.



Fonte: Balou, 2006, p. 30

O CSCMP apresenta uma definição que expressa a posição estratégica que o SCM pode assumir numa organização, tomando decisões em várias áreas da empresa e, ao mesmo tempo, nas diversas empresas que compõem o cadeia de suprimentos.

[O SCM] envolve o planejamento e gerenciamento de todas as atividades envolvidas no fornecimento, aquisição e conversão além de todas as atividades de gestão de logística. Também inclui: a coordenação e colaboração com parceiros do canal, que podem ser fornecedores, intermediários de serviços de terceiros, fornecedores e clientes. Em essência, a gestão da cadeia de suprimentos integra oferta e gestão da demanda dentro e entre empresas. Supply Chain Management é uma função de integração com a responsabilidade de ligar as principais funções de negócios e processos de negócios dentro e entre empresas desenvolvendo um modelo de negócios coeso e de alto desempenho. Ele inclui todas as atividades de gestão de logística mencionadas acima, bem como operações de fabricação, o que implica a coordenação dos processos e das atividades com e através de marketing, vendas,

design de produto, finanças e tecnologia da informação (*Supply of Chain Management Professional*, 2015)

Nos últimos anos, as atividades relacionadas à cadeia de suprimentos aparecem compondo o elenco de causas de entraves ao crescimento brasileiro. Resende e Sousa (2014, p. 12) corrobora com essa afirmativa quando coloca que os custos logísticos com transporte de matérias primas e produtos acabados, em 2014, foram apontados numa pesquisa da FDC, por quase 50% das empresas pesquisadas, como sendo os mais altos para suas operações. Ballou (2006, p. 149) afirma que “a movimentação de carga absorve de um a dois terços dos custos logísticos totais” nos Estados Unidos. Isso mostra a amplitude do impacto que ações de melhoria poderiam causar na redução dos custos logístico.

O transporte é uma das principais atividades numa cadeia. Sua importância vai além da responsabilidade de movimentar produtos entre produtores e consumidores, esse é capaz de ampliar o raio de atuação de empresas e estimular a concorrência; é capaz de gerar economias de escala com a utilização mais intensiva das instalações e a especialização da mão de obra; e, ainda, é capaz de garantir preços reduzidos ao produto final. Esses aspectos da atividade de transporte somente são alcançados quando esse é planejado sobre um sistema eficaz (BALLOU, 2006, p. 150).

A armazenagem também foi apontada por Resende e Sousa (2014, p. 12) com sendo a segunda maior contribuinte para o custo logístico total. Armazenar significa acondicionar produtos acabados, matérias primas e insumos em local apropriado (galpões, silos, *containers* entre outros).

Em virtude do elevado impacto na matriz de custo das empresas brasileiras, as atividades ligadas à cadeia de suprimento tem recebido atenção especial e melhoradas em diversos aspectos, o que tem proporcionado aumento de eficiência, entre as ferramentas de melhorias podem ser citadas: sistemas de simulação computacional para modais de transporte; a tecnologia de roteirização (Pesquisa Operacional); a terceirização; a comunicação móvel; as tecnologias de impressão 3D; os sistemas de posicionamento global (GPS); as tecnologias de rastreamento por rádio frequência (RFID); os sistemas de gestão de armazéns (WMS); o compartilhamento de informações entre parceiros (EDI) entre outros (COYLE; RUAMSOOK, 2014; FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2013; BALLOU, 2006; BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006).

A partir do momento que empresas se reúnem em cadeia e se dispõem a cooperar em ações que eliminem os desperdícios em sua a cadeia de suprimentos, os custos totais dos

processos tendem a cair e o capital de giro crescer (BALLOU, 2006, p. 26), além de proporcionar uma integração coesa capaz de potencializar a competitividade.

É fácil imaginar que a integração de atividades numa cadeia de suprimentos pressuponha mudanças drásticas nas relações entre os participantes da cadeia, o que parece ser difícil de alcançar sem uma gestão adequada. Wanke (1996), no momento da eclosão do conceito de SCM, teceu a seguinte afirmação: “a experiência nos diz que este tipo de relação interorganizacional de parceria é tão difícil de se estabelecer quanto de se manter”, fazendo uma reflexão sobre a formação de alianças logísticas entre empresas na cadeia de suprimentos e, para se obter uma relação simbiótica, sustentável e competitiva entre organizações devem ser reduzidos os desperdícios de recursos de produção, armazenagem e distribuição.

Atualmente é grande o espaço dedicado em livros, periódicos e artigos científicos que apresentam resultados de estudos de implantação da filosofia *lean* em diversas atividades industriais, mas os resultados alcançados talvez não possam ser extrapolados no futuro em médio prazo; aquelas tecnologias inovadoras já apresentadas tem despontado nos últimos anos e provocado uma revolução na forma como os clientes se relacionam com a cadeia de suprimentos. Entre aquelas algumas se destacam: a impressão 3D; as redes neurais aplicadas à logística; internet móvel ou comunicação móvel; a robótica inteligente (máquinas e equipamentos trabalhando em cooperação); e a computação na nuvem (COYLE; RUAMSOOK, 2014, p. 23).

Portanto, para que se tenha uma análise profunda do desempenho dos processos ao longo da cadeia são necessárias ferramentas de gestão capazes de enxergar os desperdícios e combatê-los, contribuindo para resultados globais positivos, também, na cadeia de suprimentos.

### **3.2 O *Extended Value Stream Mapping* (E-VSM)**

O mapa de fluxo de valor estendido é uma ferramenta *lean* capaz de enxergar os desperdícios na cadeia de suprimentos. É uma ampliação do mapa de fluxo de valor na planta. Nele, além dos processos logísticos internos às empresas, são demonstradas todas as conexões de transporte e os fluxos de informações e materiais entre as plantas das empresas que compõem a mesma cadeia de suprimentos. Jones e Womack (2004, p. 44-45) apresentam quatro características principais de um fluxo de valor estendido enxuto a saber:

**1 – Takt-time único para todas as plantas da cadeia:** significa impor um ritmo de entrega e produção baseado no tempo do cliente, o que determinaria todos os outros tempos de fabricação e transporte *interfirmas*. É criar regularidade nos processos da cadeia.

**2 – Baixo nível de estoque:** os níveis elevados de estoque impactam no ativo da empresa e camuflam as ineficiências, ao passo que eliminam oportunidades de melhorias.

**3 – Menor número possível de conexões de transporte entre as etapas do processo de produção:** o transporte é um desperdício de tempo, portanto deve ser evitado. Quando transportado o material, ainda, pode ser danificado o que ocasionaria outro desperdício.

**4 – Menor processamento possível de informação:** as informações são consideradas desperdícios necessários na abordagem *lean* portanto, quanto menor o fluxo de informação melhor. As informações, na cadeia enxuta, devem ser instantâneas e eletrônicas.

**5 – Menor lead-time possível:** significa entregar o produto ao cliente no menor tempo possível. Perdas ocasionadas ao longo do processo de fabricação atrasem a entrega ao consumidor.

**6 – As mudanças devem envolver o menor custo possível ou não ter custo:** o sistema *lean* acredita que grande parte dos desperdícios na cadeia de suprimentos podem ser eliminados com a aplicação de ações sem custo ou de custo reduzido.

Assim como nos mapas de fluxo apresentados nas Figuras 1 e 2, o E-VSM também deve ser construído para representar o estado atual e futuro da cadeia de suprimentos e exige, além do conhecimento dos fluxos de materiais e informações, uma análise detalhada das conexões de transporte e das atividades logística relacionadas.

Jones e Womack (2004, p. 11-42) sugere que sejam, para o mapeamento do fluxo de valor na cadeia de suprimentos, construídos mapas de fluxos de valor no estado atual e futuro para cada participante da cadeia separadamente, para *a posteriori* construir o mapa estendido com as conexões de transporte entre as plantas. Segundo os autores, o procedimento proporciona certa facilidade na elaboração dos mapas, mas que não é uma condição para o sucesso do mapa.

A Figura 5 mostra um exemplo de E-VSM no estado atual, com todas as conexões de transporte e os fluxos de informações entre as plantas de uma cadeia de suprimentos hipotética. Notam-se as diferentes representações gráficas para os modais de transporte ao longo do mapa, caminhão representando transporte rodoviário, avião indicando remessas aéreas e vagões de trem mostrando o modal ferroviário.

Como nos mapas anteriores, as setas da Figura 5 representam os fluxos de informações enquanto as caixas representam processos. Os demais ícones podem ser encontrados em ilustração no Apêndice A.

A Figura 6 mostra um exemplo hipotético de mapa de fluxo de valor estendido no estado futuro, como também exemplificado na Figura anterior. Nele, os fluxos de informação e materiais foram analisados e, os desperdícios, substituídos ou eliminados com o uso de ferramentas *lean*.

Alguns ícones novos foram utilizados para representar as melhorias sugeridas. As setas semicirculares entre representadas entre as plantas da cadeia significam a necessidade de implantação da ferramenta *milk-run*, enquanto os polígonos hachurados e ligados às setas tracejadas representam a utilização de produção puxada por cartões *kanban*, o que elimina parte do fluxo de informação na cadeia.

Os E-VSM são elaborados a partir de informações coletadas nas instalações dos participantes da cadeia e nos processos que os interligam. Para a coleta dos dados é selecionada uma família de produtos, que fornecerá um componente que terá o fluxo acompanhado desde a matéria prima até as mãos do cliente.





## 4 METODOLOGIA DA PESQUISA E MÉTODO PROPOSTO

Este capítulo mostra a estrutura metodológica de condução do estudo e o modelo proposto com suas etapas e atividades.

De acordo com Ganga (2012, p. 203) uma pesquisa deve ser classificada dentro de quatro aspectos principais:

- O procedimento técnico da pesquisa;
- O propósito da pesquisa;
- A natureza dos resultados;
- A abordagem da pesquisa.

A seleção do tipo de pesquisa para cada classificação está exposta em detalhes na seção 4.1, onde estão apresentadas as justificativas para cada opção referente ao estudo.

### 4.1 Metodologia

Quanto ao procedimento técnico de pesquisa, se utilizou o estudo de caso com observação participante como procedimento, onde se analisou o processo de mapeamento de fluxo de valor aplicado à cadeia de suprimentos conhecido por E-VSM.

Segundo Ganga (2012, p. 260) “[...] podemos definir um estudo de caso como uma pesquisa empírica, baseada em evidências qualitativa e quantitativa que investigam um fenômeno contemporâneo inserido no contexto de vida real”. Gil (2010, p. 38) corrobora essa definição quando afirma ter, o estudo de caso, o propósito de “explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos”.

O estudo de caso tem recebido atenção especial dos pesquisadores da área de engenharia de produção, sendo “uma das abordagens mais frequentemente adotadas”, fato identificado na análise dos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) e dos exemplares da revista Gestão & Produção entre os anos de 1994 a 2005 (Miguel, 2012, p. 131).

Quanto ao propósito da pesquisa, essa pesquisa tem um caráter exploratório uma vez que:

[...] têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explicativo ou a construir hipóteses. Seu planejamento tende a

ser bastante flexível, pois interessa considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado. A coleta de dados pode ocorrer de diversas maneiras, mas geralmente envolve: 1. Levantamento bibliográfico; 2. Entrevistas com pessoas que tiveram experiência prática com o assunto; e 3. Análise de exemplos que estimulem a compreensão (SELLTIZ, et al., 1967, p. 63). Em virtude dessa flexibilidade [...] estudos de caso [...] podem ser considerados estudos exploratórios (GIL, 2010 p. 27).

Além disso, a pesquisa exploratória também tem como objetivo proporcionar uma compreensão inicial de um problema amplo, desconhecido ou pouco explorado e, facilitar a formulação de questões que: ajudarão a desenvolver hipóteses, ampliarão os conhecimentos sobre o problema e contribuirão para modificar ou esclarecer conceitos. Os dados são coletados diretamente no local onde o fenômeno ocorre, o que também a caracteriza como uma pesquisa de documentação direta (LAKATOS, 2010 p. 169-171; GANGA, 2012 p. 203; MARTINS; MELLO; TURRIONI, 2014, p. 141).

Quanto à natureza dos resultados esperados, a pesquisa é classificada como sendo uma pesquisa aplicada, uma vez que procura fornecer conhecimentos direcionados a solução de um problema específico e de aplicação prática, que poderão ser utilizados no cotidiano acadêmico e empresarial (GANGA, 2012, p. 207).

Quanto à abordagem, a pesquisa tomou como referencial a abordagem qualitativa, apesar de algumas análises quantitativas dos dados qualitativos inevitavelmente serem necessárias. Segundo Ganga (2012, p. 209-210, grifo nosso).

[...] o uso de abordagem qualitativa não exclui a possibilidade de análises quantitativas dos dados qualitativos [e que] os métodos mais apropriados, na área de Engenharia de Produção e Gestão de Operações, para conduzir uma pesquisa qualitativa, são o **estudo de caso** e a pesquisa-ação.

O estudo também utilizou a entrevista não estruturada e não dirigida como suporte na coleta de dados. Segundo Lakatos (2010, p. 197) nesta modalidade de pesquisa

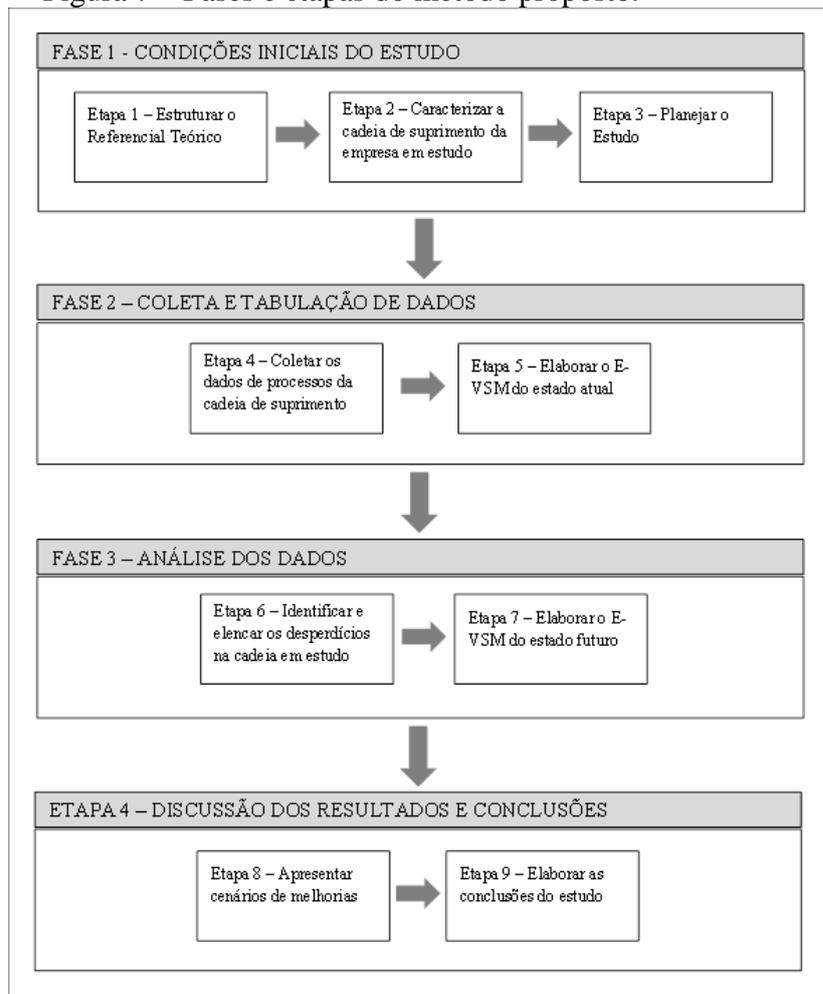
O entrevistador tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada. É uma forma de poder explorar mais amplamente uma questão. Em geral, as perguntas são abertas e podem ser respondidas dentro de uma conversação informal.

Para consecução do estudo foi proposto um modelo de pesquisa adequado às necessidades de tempo e recursos na cadeia de suprimentos, o que pode ser visualizado na seção seguinte.

## 4.2 Método de pesquisa proposto

A formulação do método proposto fundamenta-se na sequência para estudo de caso desenvolvida por (FORZA, 2002; CROOM, 2005; SOUZA, 2005 *apud* MIGUEL, 2012, p. 134), no procedimento de elaboração de E-VSM sugerido por e Jones e Womack (2004 p. 1-42) e nas etapas do modelo de implementação da filosofia *lean* na cadeia de suprimentos proposto por Cassemiro (2007, p. 66-84). O modelo proposto foi dividido em nove etapas distribuídas em quatro fases com vistas a um melhor controle dos dados e informações a serem coletados, modelados e analisados. A Figura 7 apresenta uma ilustração da estrutura do método proposto, detalhando as quatro fases com suas respectivas etapas.

Figura 7 – Fases e etapas do método proposto.



Fonte: Adaptadas de (FORZA, 2002; CROOM, 2005; SOUZA, 2005 *apud* MICHEL, 2012, p. 134); (JONES; WOMACK, 2004, p. 1-42); (CASSEMIRO, 2007, p. 66-84)

#### **4.2.1 Fase 1 – Condições iniciais do estudo**

A primeira fase contempla um levantamento amplo das características principais da cadeia de suprimento identificando fronteiras, participantes, processos e relacionamentos, além de uma ampla pesquisa bibliográfica sobre os conceitos e aplicações da abordagem *lean* em cadeias de suprimentos de empresas industriais. Esta fase é composta por três etapas: Estruturar o referencial teórico; Caracterizar a cadeia de suprimento da empresa em estudo; e Planejar o estudo. Com a conclusão da primeira fase, o planejamento operacional da aquisição de dados, o arcabouço teórico e o conhecimento geral dos processos da cadeia de suprimento foram obtidos como resultado.

##### **4.2.1.1 Etapa 1 – Estruturar o referencial teórico**

Esta etapa consiste, inicialmente, na seleção das bibliografias relacionadas ao tema do estudo. Para que seja executada é necessário elencar as principais bases de dados de periódicos nacionais e internacionais, consultar anais de eventos técnicos relacionados ao tema, pesquisar sites de organizações públicas e privadas, órgãos fiscalizadores, universidades, entre outros.

O elenco de trabalhos técnicos, estudos de casos, livros e periódicos contribuirá para a compreensão da abrangência e importância do estudo.

##### **4.2.1.2 Etapa 2 – Caracterizar a cadeia de suprimento da empresa em estudo**

Na segunda etapa é realizado um levantamento das características gerais da cadeia de suprimentos da empresa: quantos fornecedores e suas localizações, quais os principais produtos movimentados, características da frota, qual modal mais utilizado, quais aspectos tecnológicos estão envolvidos na cadeia, quais metodologias de gestão estão em prática, como é o armazenamento, quais os requisitos de *lead time* exigidos pelos clientes entre outros aspectos identificados nesta etapa.

Neste ponto do trabalho são realizadas visitas às instalações dos componentes da cadeia de suprimento para conhecer o ambiente e os processos logísticos, fluxos de informação, fluxos de materiais e os principais aspectos da relação comercial entre esses componentes. O propósito de visualizar as atividades e processos logísticos da cadeia, o que

contribui para a familiarização do pesquisador com os produtos, os níveis de estoques, os fluxos de informações, os controles e os setores envolvidos.

A cadeia de suprimentos de uma empresa industrial é composta, em muitos casos, por diversos fornecedores do mesmo item ou da mesma matéria-prima, o que obriga uma seleção sob alguns critérios. Além disso, uma enorme teia de informações conecta processos logísticos complexos de fornecedores e clientes. Portanto, esta etapa visa apresentar um panorama geral da cadeia de suprimentos em estudo, com suas relações e processos da forma com estão sendo executados.

#### **4.2.1.3 Etapa 3 – Planejar o estudo**

Na etapa três, planeja-se o modo de operacionalização do estudo. O cronograma e o *modus operandi* de coleta de dados será um resultado desta etapa depois de concluída. Além disso, definiu-se a família de produtos a ser analisada no trabalho, o item do qual se acompanhará o fluxo e os gestores capazes de responder a entrevistas não estruturadas.

Outra ação realizada é a seleção dos componentes da cadeia de suprimento que estão aptos a participar do estudo, visto que, por diversos entraves, alguns poderão inviabilizar ou distorcer os resultados do estudo.

#### **4.2.2 Fase 2 – Coleta e tabulação de dados**

A fase dois talvez seja a mais importante, pois são coletados os dados necessários à formulação da resposta ao objetivo geral do estudo. Esta fase também é composta por três etapas sequenciais: Coletar os dados de processo da cadeia de suprimento; Realizar entrevistas não estruturadas; e Elaborar o E-VSM do estado atual. O *output* na segunda fase é o mapa de fluxo de valor estendido no estado atual.

##### **4.2.2.1 Etapa 4 – Coletar os dados de processos da cadeia de suprimento**

O cenário de melhorias nos fluxos logísticos da cadeia de suprimento almejado neste estudo possui relação intrínseca com a coleta e tabulação dos dados; logo, se deve dedicar atenção especial a esta etapa.

Portanto, são coletados e tabulados os dados de processos da cadeia de suprimento para posterior análise na terceira fase do estudo. Os dados são coletados *in loco*, em visitas agendadas às plantas e instalações dos componentes da cadeia de suprimentos. Espera-se reunir um elenco de informações capazes de subsidiar a elaboração dos mapas propostos na etapa seis e, em especial, na fase três.

Alguns dados podem ter natureza quantitativa, como os registros de estoques, os tempos-padrão e os tempos de atravessamento (*lead times*); enquanto outros serão qualitativos, como o fluxo de informação entre setores. Há uma expectativa de capturar dados quantitativos em todas as etapas da cadeia, desde o fornecedor até o cliente final; no entanto, na ausência de informações são utilizados os dados qualitativos, em especial os adquiridos na etapa cinco.

Para que os dados coletados sejam fidedignos ao processo, são realizadas entrevistas não estruturadas com os gestores da empresa, conversas informais e sem um roteiro bem definido, proporcionando um ambiente aberto a qualquer discussão sobre o tema. Os gestores, neste momento do estudo, são convidados a explicar sobre os processos da cadeia de suprimentos enfatizando diversos aspectos, como os logísticos, os gerenciais e os de custos, priorizando dados qualitativos. A etapa cinco ocorrerá durante toda a fase dois, sendo que sua maior contribuição é alcançada após o término da etapa 4.

#### **4.2.2.2 Etapa 5 – Elaborar o E-VSM do estado atual**

Neste momento do trabalho desenha-se um mapa de fluxo de valor estendido mostrando as conexões logísticas entre os componentes da cadeia de suprimento. No âmbito deste método proposto a sigla E-VSM deverá ser utilizada para representar o conceito de mapa de fluxo de valor estendido, proposto por Jones e Womack (2004, p.4).

A execução da etapa cinco precede a análise dos dados, uma vez que o E-VSM é sendo considerado um dado fundamental para a identificação dos cenários de melhorias.

Com a conclusão do desenho do mapa estendido, fica atendido o resultado final da etapa cinco e, por conseguinte, da fase dois. Deve ser realizada, *a posteriori*, em reunião com os gestores da cadeia em estudo, uma apresentação dos resultados da etapa e uma discussão sobre a qualidade da representação gráfica dos processos e fluxos identificados. A conclusão dessa etapa fornece os subsídios necessários para uma visão sistêmica da cadeia de suprimentos em estudo e possibilita a identificação clara das atividades que não agregam valor aos produtos.

### **4.2.3 Fase 3 – Análise dos dados**

Nesta fase são analisados os dados coletados nas etapas anteriores e feita a proposição do mapa de fluxo de valor no estado futuro.

#### **4.2.3.1 Etapa 6 – Identificar e elencar os desperdícios na cadeia em estudo**

Para que esta etapa possa ser realizada, faz-se necessário reunir os dados coletados nas fases anteriores e o E-VSM desenhado na etapa cinco para que, de posse das representações das atividades, seja possível identificar e elencar os desperdícios.

Na etapa seis são elencadas, na cadeia de suprimentos, as atividades que não agregam valor (NAV) aos produtos e apresentadas algumas ferramentas *lean* capazes de mitigar tais efeitos negativos. Ao fim deste passo, pode-se elaborar o cenário de melhorias apoiado por ferramentas do pensamento enxuto.

#### **4.2.3.2 Etapa 7 – Elaborar o E-VSM do estado futuro**

A elaboração do E-VSM de estado futuro pressupõe “destacar as fontes de desperdícios e eliminá-las” (ROTHER; SHOOK, 2003, p. 68), através de melhorias pontuais aos processos retratados no E-VSM de estado atual. Neste ponto do trabalho, desenha-se um novo mapa de fluxo de valor para os componentes da cadeia de suprimento, excluindo as atividades que não agregam valor e que estão identificadas nas etapas anteriores.

Ainda são representadas as conexões logísticas entre as plantas analisadas sob a ótica da redução de desperdícios; ou seja, será realizada uma avaliação detalhada dos entraves e perdas nos processos logísticos de transporte, estocagem, recebimento de matérias-primas entre outros (JONES; WOMACK, 2004, p.57).

Espera-se que, ao final desta etapa, seja possível ter uma percepção assertiva dos processos ou atividades que podem ser melhorados e que contribuirão para a redução dos desperdícios e para a geração de valor ao cliente.

#### **4.2.4 Fase 4 – Discussão dos resultados e conclusões**

Nesta quarta e última fase são discutidos todos os resultados alcançados nas fases anteriores do método proposto e apresentados os resultados finais do estudo. Também, elabora-se um relatório que apresenta a execução de todas as etapas do método bem como os cenários de melhoria propostos, as limitações do estudo e as sugestões para novos trabalhos. Esta fase será composta pelas etapas: Apresentar cenários de melhorias; e Elaborar relatório com as conclusões do estudo.

#### **4.2.5 Etapa 8 – Apresentar cenários de melhorias**

Nesta etapa são apresentados os possíveis cenários de melhoria para as atividades que não agregam valor ao produto e as implantações de tais cenários.

A conclusão da etapa oito corrobora o objetivo específico de desenvolver cenários para a eliminação de atividades que não agregam valor, mostrando, na prática, as melhorias alcançadas.

#### **4.2.6 Etapa 9 – Elaborar as conclusões do estudo**

Em concluídas todas as etapas, se inicia-se a compilação dos resultados na forma de relatório. Nesta etapa são mostradas todas as imbricações teóricas e práticas do estudo, bem como a metodologia utilizada para alcançar os resultados e os resultados em si, com suas relevâncias, associações, limitações e proposições.

Ao término deve ser feito um relato conciso e atual sobre o potencial existente na metodologia E-VSM na identificação e análise dos desperdícios na cadeia de suprimentos.

## 5 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

O método proposto foi aplicado em uma indústria de médio porte do segmento de materiais elétricos, instalada no município de Maracanaú, no Estado do Ceará. A cadeia de suprimentos da empresa se estende por dezoito Estados, de quatro regiões do país, além de uma estreita conexão com fornecedores no continente asiático, em especial na China.

No âmbito de aplicação deste método proposto foi definido que, na indústria em estudo, os clientes não serão os consumidores finais dos produtos; os clientes são diversas empresas atacadistas e varejistas de todos os portes localizados em quatro regiões do país. As ciências relacionadas à administração de empresas denominam este tipo de relacionamento de *business to business* (B2B) que, numa tradução livre para o português significa, negociação de empresa para empresa.

Portanto, o método proposto abordou a cadeia de suprimento desde o fornecedor até os atacadistas, excluindo os consumidores finais, em virtude do prazo de execução do trabalho e dos custos com a análise, visto que a cadeia possui muitas ramificações.

Nas seções seguintes são apresentados os resultados das execuções de todas as etapas do método, com suas devidas considerações e detalhamentos. Ao final da discussão são tecidas as considerações finais relacionadas aos resultados obtidos.

### 5.1 Fase 1 – Condições iniciais do estudo

Na primeira fase foram elencados todos os dados iniciais para a estruturação do referencial teórico, para a identificação de todos os processos relacionados à cadeia de suprimento da empresa e para o planejamento operacional do estudo. A coleta dos dados ocorreu durante ações *in loco* nos componentes da cadeia e em entrevistas não estruturadas com os respectivos gestores. O levantamento do referencial teórico foi viabilizado por pesquisas em *website* das principais bases de periódicos nacionais e internacionais bem como em livros e outras publicações relacionadas.

As três etapas realizadas nesta primeira fase foram: Estruturar o referencial teórico; Caracterizar a cadeia de suprimento da empresa em estudo; e Planejar o caso. Seguem os detalhamentos de cada uma das etapas da primeira fase.

### 5.1.1 Etapa 1 – Estruturar o referencial teórico

O referencial teórico para a consecução do estudo foi definido a partir de buscas nas principais bases de dados de periódicos, utilizando a metodologia de revisão bibliográfica sistemática proposta por Conforto, Amaral e Silva (2011, p. 5).

Para a coleta de artigos, foram utilizados os bancos de dados *Ebsco*, *Esmerald Insight*, *Science Direct*, *Wiley*, *Scopus*, *Google Acadêmico* e o Portal de Periódicos Capes. Foram filtrados os artigos publicados nos idiomas português e inglês, assim como aqueles que possuíam ou no título, ou no resumo, ou nas palavras-chave, ou no corpo do texto as seguintes palavras: '*lean AND logistics*' e '*suplly chain AND lean*'. Para organizar as bibliografias selecionadas foi utilizada a ferramenta *ZOTERO 4.0.28.7*, software desenvolvido na *George Mason University* e que auxilia na indexação de dados bibliográficos. A pesquisa selecionou diversos artigos e livros, mas não considerou a leitura de todos os selecionados em virtude do prazo para o estudo; no entanto, as bibliografias lidas puderam fornecer um embasamento teórico substancial e atualizado.

### 5.1.2 Etapa 2 – Caracterizar a cadeia de suprimento da empresa em estudo

Para iniciar a segunda etapa do estudo foi necessário, primeiramente, compreender a necessidade da empresa em investigar os processos de sua cadeia de suprimento para, só então, proceder na descrição de suas atividades e na identificação dos fluxos de materiais e informações. Alguns dados necessários à realização do estudo não estavam disponíveis, sendo solicitada providências imediatas para sua disponibilização para a pesquisa.

A motivação para empreender uma investigação detalhada dos processos logísticos da empresa em estudo partiu das constantes pressões mercadológicas por menores preços, maiores prazos de pagamento, menores *lead times* de entrega e elevação do nível de serviço. Logo, fez-se necessária a identificação de metodologias e de ferramentas que pudessem ser exequíveis no curto e médio prazo e que atuassem no efeito desses entraves.

Ao avaliar a situação, os gestores perceberam que a solução permeava questões holísticas e culturais, e que seria difícil implantar qualquer sistema de gestão objetivando a eliminação de desperdícios sem consonância com fornecedores e clientes. Daí, as decisões convergiram para a adoção da filosofia enxuta na cadeia de suprimento da empresa ou, como é comumente denominada, logística *lean*.

O projeto de implantação da filosofia *lean* na cadeia de suprimento da empresa foi iniciado em 2014 e, por envolver mudança de cultura organizacional, até a data de conclusão do estudo permanecia em ciclos de melhoria contínua.

Concluída a etapa de compreensão da cultura e motivação da empresa passa-se a investigação da cadeia de suprimentos.

A cadeia de suprimentos da empresa é composta por clientes localizados em dezoito estados brasileiros e fornecedores no Ceará, São Paulo e China. No início do estudo, existiam vinte e oito fornecedores no Estado do Ceará, doze no Estado de São Paulo e seis na China. O contato com os fornecedores chineses é realizado por uma empresa terceirizada e contratada, especificamente, para este tipo de comercialização. Os fornecedores cearenses eram, em sua maioria, prestadores de serviços nas atividades de montagem de subcomponentes ou nas de usinagem e conformação mecânica de peças metálicas, mas também fornecedores de matérias-primas e embalagens. Já aqueles localizados em São Paulo forneciam matérias-primas e componentes como parafusos, porcas, filmes para embalagens, entre outros.

Quanto aos processos logísticos de armazenagem e distribuição, a indústria em estudo opta por centralizar a armazenagem dos produtos em sua planta industrial, de onde saem todas as mercadorias para todos os clientes. Na distribuição, o transporte é realizado por veículos próprios quando a carga é direcionada a clientes no Ceará; todavia, em picos de demanda, são contratados veículos extras para distribuição no interior do Estado. A distribuição interestadual é realizada por transportador terceirizado. Na Figura 8 podem ser observados os fluxos de distribuição da empresa, com as setas mostrando a origem e o destino das cargas da empresa.

Figura 8 – Representação gráfica das remessas de produtos para clientes da empresa em estudo



Fonte: dados fornecidos pela empresa Alpha

Quanto à tecnologia utilizada no gerenciamento da cadeia de suprimento da empresa, foi observada a ausência de *software* de processamento de dados do tipo *Enterprise Resource Planning* (ERP). As ferramentas de informação utilizadas para administrar os processos são dois gerenciadores de banco de dados não interligados, um atendendo às áreas comercial, financeira e de recursos humanos, enquanto o outro auxilia as áreas de planejamento e controle de produção, manufatura e estoque.

O detalhamento da cadeia se completa com uma apresentação dos processos internos e setores da empresa nas subseções seguintes.

### **5.1.2.1 A empresa âncora**

A partir deste ponto do trabalho a empresa em estudo receberá o codinome “Indústria Alpha”.

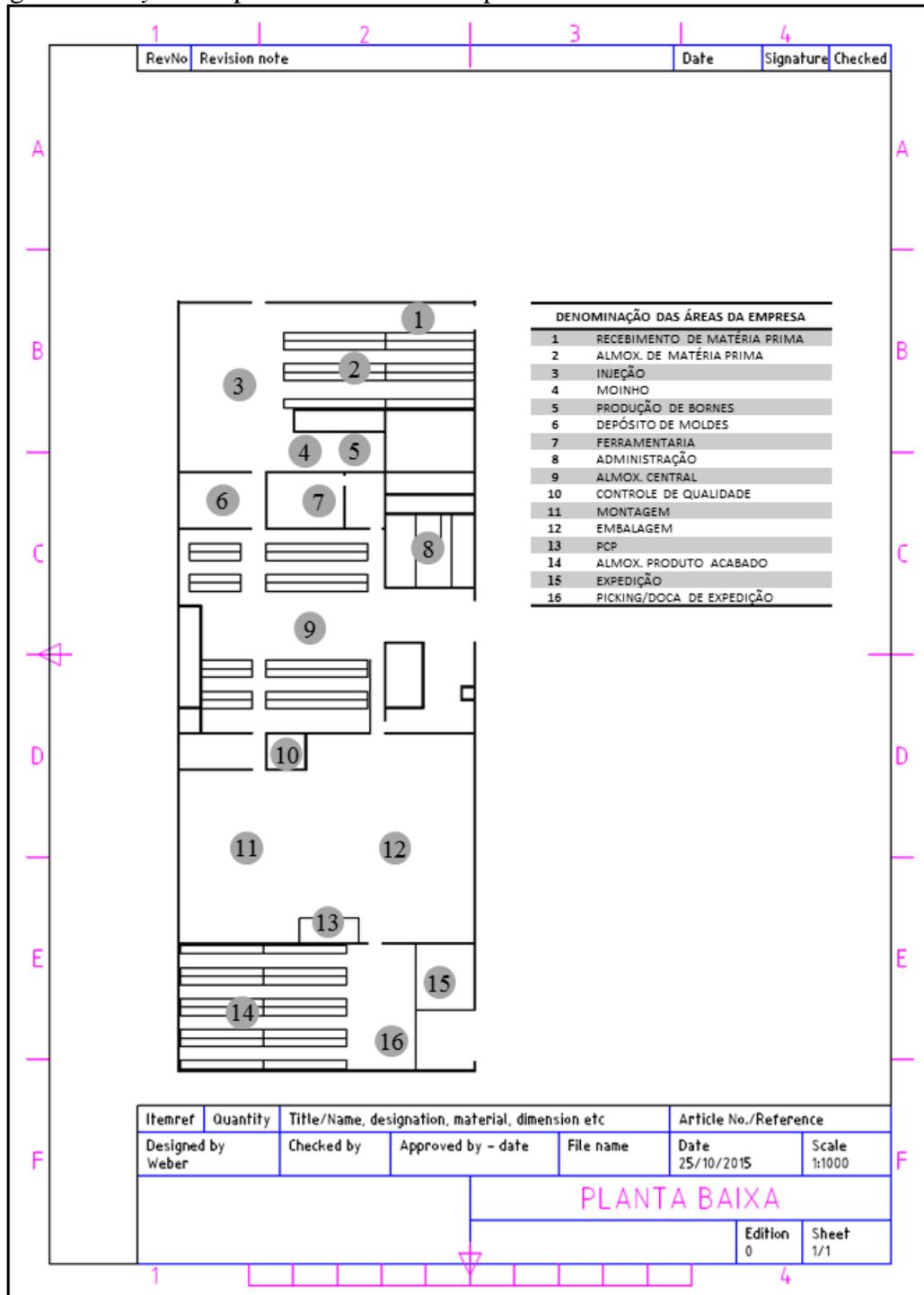
A Indústria Alpha é a empresa âncora na sua cadeia de suprimento; portanto, é a principal empresa da cadeia. Apesar de fabricar alguns produtos hidráulicos, a empresa vem concorrendo, desde 1993, no mercado de materiais elétricos para a construção civil e atualmente tem penetração significativa nas regiões Norte e Nordeste neste segmento. Com o objetivo de manter o sigilo exigido pela empresa, no escopo deste estudo, não são reveladas informações comerciais da empresa, permanecendo o codinome ao longo de todo o texto.

No ano de 1999 houve uma fase de expansão em seus negócios com a mudança para uma nova planta, maior e mais moderna, localizada no polo industrial de Maracanaú. Até meados de 2013, a indústria Alpha permanecia em crescimento acentuado, quando o departamento financeiro começou a alertar sobre pequenas variações negativas nos índices de crescimento global da empresa, o que motivou a análise do ambiente e, por fim, a aplicação de ferramentas de gestão em seus processos. Apenas ao final de 2014, os gestores decidiram iniciar um processo de análise da cadeia de suprimento com o auxílio de ferramentas da filosofia *lean*.

No período inicial do estudo, a indústria Alpha possuía em seu quadro de funcionários um total de noventa e cinco pessoas distribuídas entre pessoal administrativo, operários industriais e mantenedores, numa área produtiva com 20.000 metros quadrados distribuídos em quatro galpões interligados. Ao final dos trabalhos foram apontados cinquenta e três funcionários trabalhando numa planta industrial de 20.800 metros quadrados. O *layout* da indústria no início do projeto está representado na Figura 9, onde estão numerados os

principais setores e suas respectivas localizações. Em seguida, são especificadas as atividades executadas por cada setor apresentado.

Figura 9 – *Layout* da planta da indústria Alpha no início do estudo. Novembro/2014



Fonte: elaborado pelo autor

**Setor 1 – Recebimento de matéria-prima:** Matérias-primas como resinas, pigmentos e aditivos utilizados na fabricação de peças plásticas são recebidas neste setor. Na empresa, no momento do recebimento, os materiais são etiquetados e estocados em estantes, para posterior consumo no setor de injeção. O lado esquerdo da Figura 10 mostra uma imagem do setor de recebimento.

Figura 10 – Imagem do setor de recebimento e almoxarifado de matérias-primas



Fonte: Imagem capturada pelo autor

**Setor 2 – Almoxarifado de matéria-prima:** Todas as matérias-primas utilizadas na fabricação dos componentes plásticos dos produtos estão armazenadas no setor dois. As resinas termoplásticas, os pigmentos e os aditivos para polímeros são armazenados em estantes para posterior consumo no setor de injeção (setor três). Apesar de ser um setor independente, o almoxarifado e o setor de recebimento de matérias-primas ficam no mesmo espaço. As principais atividades relacionadas ao setor são: estocagem, armazenagem e distribuição de matéria-prima internamente à planta industrial. A imagem à direita, na Figura 10, mostra o operador do Almoxarifado de matérias-primas operando a empilhadeira no setor.

**Setor 3 – Injeção:** O setor de injeção é responsável por fabricar as peças plásticas que serão utilizadas na montagem dos produtos. Neste setor são utilizadas as resinas armazenadas no almoxarifado de matérias-primas que, depois de fundidas, são injetadas em moldes específicos. Os moldes, fabricados em aço especial, possuem cavidades com o formato da peça desejada. O equipamento necessário para a injeção da resina no molde é denominado injetora de plástico. O setor de injeção da indústria Alpha tem doze injetoras instaladas. No processo de injeção a máquina injetora é abastecida com grãos sólidos de resina termoplástica, que percorrem o interior da máquina, passando por uma peça denominada “canhão” enquanto é plastificado. A máquina controla todo o processo

eletronicamente seguindo uma programação determinada por operador capacitado. Depois de plastificada, a resina é injetada no interior do molde que, por possuir temperatura inferior a da resina plastificada, promove a solidificação do material e a moldagem da peça. No setor, para a operação das injetoras, existem equipamentos periféricos como: compressor, geladeira industrial para resfriamento de água, equipamento de desmineralização de água, torre de resfriamento e aquecedor de óleo. A Figura 11 mostra uma imagem do setor.

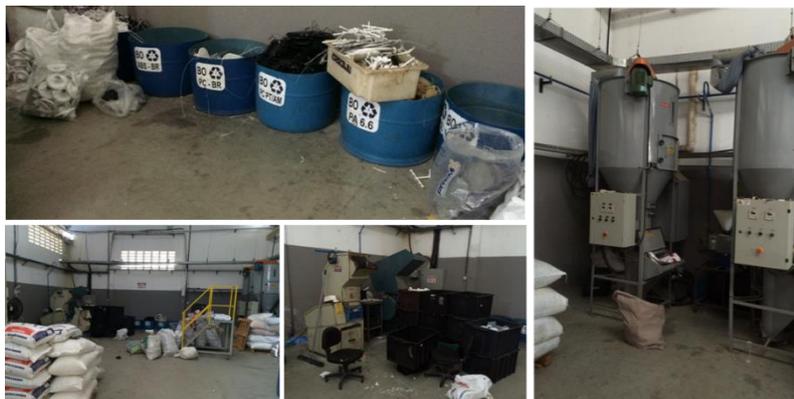
Figura 11 – Imagem do setor de injeção de plástico



Fonte: Imagem capturada pelo autor

**Setor 4 – Moinho:** Algumas resinas utilizadas no setor de injeção necessitam de preparo específico como o acréscimo de pigmentos ou aditivos. As misturas promovem melhorias nas características mecânicas, térmicas e estéticas das resinas. O preparo acontece no Moinho e as máquinas utilizadas são os misturadores, os aquecedores e as peneiras. Além disso, são trituradas as peças plásticas rejeitadas e qualquer outra sobra de material do setor de injeção. Para esta atividade são utilizados os moinhos de facas, que deram origem à denominação do setor.

Figura 12 - Imagem do moinho



Fonte: Imagem capturada pelo autor

**Setor 5 – Produção de bornes:** O setor cinco é responsável por produzir parte dos bornes utilizados na montagem dos produtos finais. Estão alocadas neste setor a máquina de usinagem de bornes, a rosqueadora de bornes e a máquina de tamboreamento de bornes. A matéria-prima (barra quadrada de latão) utilizada nos processos deste setor é fornecida a partir do almoxarifado central.

**Setor 6 – Depósito de moldes:** Nesta área da planta são acondicionados os moldes utilizados no processo de injeção. É um setor de apoio, onde também são realizadas as limpezas e manutenções preventivas. A Figura 13 mostra uma imagem do setor.

Figura 13 – Imagem do depósito de moldes



Fonte: Imagem capturada pelo autor

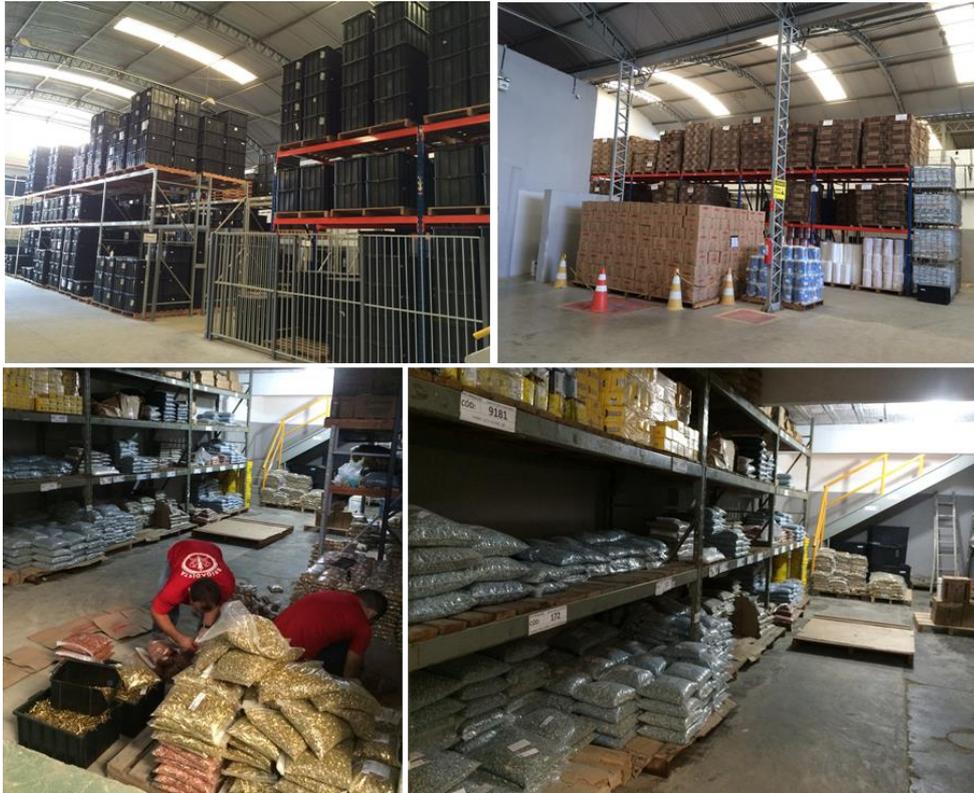
**Setor 7 – Ferramentaria:** Este é o departamento da indústria Alpha que tem a responsabilidade de realizar manutenções preventivas, corretivas e reparos em geral nos moldes de injeção. Além disso, é na ferramentaria onde são fabricados alguns moldes e dispositivos de montagem. Existe nesta área um pequeno setor de engenharia de produto e processo onde são criados os gabaritos de montagem e novos produtos.

**Setor 8 – Administração:** No setor sete mostrado no mapa fica localizado o escritório central da empresa com os departamentos Comercial, Financeiro, Recursos Humanos e Diretoria Geral. As atividades gerenciais de controle de custos, planejamento de vendas, controles fiscais e tributários, gestão de pessoas entre outras são realizadas neste setor.

**Setor 9 – Almoxarifado central:** O almoxarifado central tem uma função importantíssima nos processos logísticos da indústria Alpha. No setor, são realizadas atividades de armazenagem, estocagem, recebimento, separação, expedição e distribuição de produtos semiacabados, matérias-primas e insumos diversos de produção. O setor 8 se

relaciona com todos os fornecedores da cadeia de suprimentos desde os fornecedores internos até os externos. As atividades de logística *inbound*, *outbound* e *in-plant* da cadeia de suprimentos passam por este departamento. No almoxarifado central não há qualquer tipo de tecnologia de endereçamento nas estantes ou *software* do tipo *Warehouse Management System* (WMS) que facilite a localização e o armazenamento dos itens. A Figura 14 mostra o almoxarifado central.

Figura 14 – Imagem do almoxarifado central



Fonte: Imagem capturada pelo autor

**Setor 10 – Controle de qualidade:** O setor de qualidade tem, na empresa, a função de auditar o cumprimento das especificações técnicas dos materiais e insumos fornecidos para a produção. Neste departamento são realizadas as inspeções de qualidade no recebimento de matérias-primas, de componentes e de peças pré-montadas oriundas de terceirizados; na fabricação de peças plásticas e metálicas; e na embalagem final dos produtos.

**Setor 11 – Montagem:** O departamento responsável por unir todas as partes do produto é o de montagem. Os componentes são fornecidos a partir do almoxarifado central e agrupados por ordem de fabricação enquanto as “mesas” de produção são preparadas para

montar as partes do produto. Na montagem, o produto é acondicionado em caixas e encaminhado ao setor de embalagem para ser embalado, individualmente, em filme e, posteriormente, em caixas de papelão com capacidade para vinte e cinco unidades. O controle da produção no setor de montagem é realizado por planilhas eletrônicas e por *software*. A Figura 15 mostra uma imagem ampla do setor de montagem com suas mesas de trabalho e o controle de produção no canto superior esquerdo da Figura. Percebe-se a atividade de pesagem (caixa preta sobre a balança) sendo realizada pelo controlador de produção. A seta com a elipse em vermelho aponta a posição do apontador de produção no setor.

Figura 15 – Imagem do setor de montagem



Fonte: Imagem capturada pelo autor

**Setor 12 – Embalagem:** No setor de embalagem são finalizados os produtos com a embalagem individual e coletiva. Neste momento são inseridas informações sobre data de fabricação, lote e código de barras em cada produto embalado para que se possa rastrear cada item em caso de defeito ou garantia de qualidade. O processo de embalagem é realizado por máquinas automáticas, porém com alimentação manual, o que obriga a presença de cinco colaboradores para auxiliar na operação do equipamento. Após embalados em caixas, os produtos são direcionados à Expedição onde ficam aguardando o momento da expedição. A Figura 16 mostra uma imagem do setor de embalagem com a máquina de embalagem automática e as colaboradoras na finalização da embalagem do produto.

Figura 16 – Imagem do setor de embalagem



Fonte: Imagem capturada pelo autor

**Setor 13 – PCP:** O setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) tem a função de coordenar todas as atividades relacionadas à produção na empresa. Neste departamento são elaborados os planejamentos da produção em horizontes de curto e médio prazo além da expedição das ordens de fabricação para todos os setores de manufatura e do controle de estoques.

**Setor 14 – Almojarifado de produto acabado:** Nesta área da empresa as caixas de produtos acabados ficam acondicionadas em *pallets* aguardando as ordens de expedição. Assim como no Almojarifado central, ele não possui sistema informatizado para endereçamento dos produtos acondicionados. As atividades executadas neste setor são: recebimento de produtos acabados, estocagem e separação de lotes.

**Setor 15 – Expedição:** As principais atividades do setor de expedição são: o sequenciamento das remessas a clientes, o faturamento com a emissão de notas fiscais, o roteamento de veículos e a contratação de transportadores terceirizados. Esta área da empresa também é responsável por controlar as atividades de *picking* e carregamento na doca de expedição.

**Setor 16 – *Picking/Doca de expedição*:** No *picking* são separados os itens dos pedidos e carregados nos veículos estacionados na área de Docas localizada no mesmo ambiente. É desta área que partem os veículos carregados com destino aos clientes da indústria Alpha. Os setores de Expedição (parte inferior da Figura) e *Picking* estão representados na Figura 17.

Figura 17 – Imagem dos setores de *Picking* e Expedição



Fonte: Imagem capturada pelo autor

A estrutura da empresa que se relaciona com os fornecedores possui apenas o comprador como funcionário. O departamento fica subordinado ao diretor geral, responsável por controlar todas as aquisições, desde matérias-primas até materiais de escritório.

A organização funcional apresentada é resultado da experiência vivenciada durante o processo de crescimento da empresa, à medida que a necessidade empresarial exigia a criação de um novo setor, esse era incorporado à estrutura.

É importante salientar que a indústria Alpha é uma empresa de controle familiar, com o patriarca ocupando o topo do organograma, a esposa na diretoria financeira e diversos parentes ocupando cargos de gestão. O processo de sucessão para o filho primogênito foi iniciado em 2015 e, até a data de conclusão do estudo, estava em andamento.

#### 5.1.2.2 *Os fornecedores*

Os fornecedores da cadeia de suprimentos em análise estão localizados, em sua maioria, no Estado do Ceará; no entanto, alguns itens são adquiridos de empresas localizadas na região sudeste, principalmente em São Paulo. A indústria Alpha iniciou, lentamente, um processo de aquisição de componentes fabricados por indústrias no continente asiático, mas o

escopo do estudo está limitado a investigar, somente, as ramificações nacionais da cadeia de suprimentos da empresa.

Para uma compreensão adequada da distribuição dos fornecedores da empresa foi construída a Tabela 1, onde se pode observar a quantidade total de empresas fornecedoras com seus respectivos produtos.

Tabela 1 – Relação de fornecedores por estrato de produtos

Tipo de produto fornecido	Qtde Fornecedores		
	Ceará	Outros Estados	China
Matéria-prima polimérica (resinas, pigmentos, etc)	1	3	
Matéria-prima metálica (latão em barra e fita)		1	
Componentes finais (parafusos, porcas, ferragens, etc.)		8	
Componentes pré-montados	25		6
Embalagens (filmes e caixas)	2		
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>6</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

Ainda foram coletadas informações verbais em entrevistas não estruturadas que ajudaram no entendimento das relações com os fornecedores da cadeia e balizaram a escolha do componente a ser mapeado. Por serem informações vinculadas à estratégia da empresa, não serão aqui explicitadas, mas foram utilizadas na consecução da etapa três. Com isso, e a percepção de alguns aspectos culturais da empresa, é possível afirmar que a etapa dois foi concluída com êxito possibilitando, então, o início da próxima etapa.

### 5.1.2.3 Os clientes

Os clientes que compõem a cadeia de suprimentos da Indústria Alpha estão, todos, no território nacional, divididos em 18 estados e em quatro regiões; no entanto, a maior atuação de vendas da empresa é na Região Nordeste.

Uma característica particular dos clientes da Alpha é que são, em sua grande maioria, empresas distribuidoras ou depósitos de materiais para construção. Portanto, a empresa não possui considerável relação com o consumidor final, o que limitou a análise da cadeia até o cliente da empresa. A grande quantidade de clientes e suas diferentes relações com a Alpha dificultaram a seleção para a composição da cadeia de suprimento a ser estudada. Na etapa seguinte são tecidos os critérios utilizados para a seleção dos clientes que compõem a cadeia.

### 5.1.3 Etapa 3 – Planejar o estudo

Nesta etapa, foi elaborado um cronograma para a coleta de dados; foi definido o *modus operandi* para a aquisição das informações; foi selecionada a família de produtos para o estudo; ficou definido o item da família para o mapeamento do fluxo de valor e foram estabelecidas as condições de contorno para delimitar a cadeia de suprimentos.

A Tabela 2 apresenta o cronograma utilizado para o trabalho na cadeia de suprimentos com os prazos, em dias, de execução de cada atividade. Pode ser observado que, na Tabela 2, as atividades, com exceção da primeira, exigiram precedência de outras; por exemplo, a atividade de coleta de dados de processo na indústria Alpha só ocorreu após a seleção da família de produtos e da escolha do item para o mapeamento do fluxo de valor. Portanto, ao final do cronograma foram totalizados 117 dias, o que coincide com o término da etapa nove.

Tabela 2 – Cronograma de execução das atividades do estudo

ID	Atividades	Prazo de execução das atividades (dias)	Precedência
1	Selecionar família de produto e o item para o mapeamento	1	-
2	Coletar de dados de processo na Indústria Aplha	1	1
3	Coletar de dados de transporte Fornecedor - Alpha	1	2
4	Coletar de dados de transporte Alpha-Clientes	1	3
5	Realizar entrevistas não estruturadas	3	4
6	Elaborar o E-VSM no estado atual	15	5
7	Analisar os dados coletados e o E-VSM atual	20	6
8	Elaborar o E-VSM no estado futuro	15	7
9	Apresentar resultados e proposições	60	8
	<b>TOTAL</b>	<b>117</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para iniciar execução do cronograma do estudo e avançar com a fase 2 foi realizada a primeira atividade: seleção da família de produto. Os requisitos utilizados para a seleção são os recomendados por Rother e Shook (2003, p. 6):

- produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e;
- utilizam equipamentos comuns para sua fabricação.

A importância da seleção de uma família de produtos reside no fato de ser contraproducente analisar todos os produtos da empresa no mesmo projeto. Rother e Shook (2003, p. 6) reforçam a ideia de que deve ficar claro, no início do projeto, a necessidade de focalizar determinada família de produtos.

A família, tratada no estudo, é composta por dois produtos: o interruptor simples com uma tomada; o interruptor duplo com uma tomada. Os componentes de cada um destes produtos estão elencados nas Tabelas 3 e 4, onde também é especificado o material, a origem e a quantidade de componentes necessários na montagem de uma unidade do produto.

Tabela 3 – Relação de componentes para uma unidade do produto: INTERRUPTOR SIMPLES COM UMA TOMADA

<b>Ordem</b>	<b>Qtde</b>	<b>Componente</b>	<b>Material</b>	<b>Origem</b>
1	1	Semi-Conjunto Injetado	Resina ABS	Produção Própria
2	1	Tecla	Resina ABS	Produção Própria
3	1	Espelho	Resina ABS	Produção Própria
4	1	Batoque	Resina PEBD	Produção Própria
5	1	Mola	Latão	Adquirido de Terceiros
6	1	Balacim	Latão	Adquirido de Terceiros
7	3	Terminais	Latão	Adquirido de Terceiros
8	3	Porcas para terminal	Latão	Adquirido de Terceiros
9	3	Parafusos para terminal	Latão	Adquirido de Terceiros
10	1	Cavalete	Latão	Adquirido de Terceiros
11	1	Parafuso de cobre	Cobre	Adquirido de Terceiros
12	1	Parafuso de latão	Latão	Adquirido de Terceiros
13	2	Bornes	Latão	Adquirido de Terceiros
14	2	Parafusos de Bornes	Latão	Adquirido de Terceiros
15	1	Fundo de Tomada	Nylon	Adquirido de Terceiros
16	2	Parafusos de Fixação	Aço	Adquirido de Terceiros
17	2	Parafusos de Espelho	Aço	Adquirido de Terceiros
18	1	Embalagem Individual	Resina PS	Adquirido de Terceiros
19	1/25	Embalagem coletiva	Papelão ondulado	Adquirido de Terceiros

Fonte: Elaborada pelo autor

Pode ser observado, nas Tabelas 3 e 4, que a quantidade de cada componente por unidade de produto é o único diferencial, o que facilita o estudo. Outro aspecto que contribuiu para a seleção desta família foi sua elevada participação na produção e no faturamento, o que justifica a eliminação de desperdícios nos fluxos de valor desta família, pois podem ser conseguidas excelentes reduções em custos. A empresa não conseguiu informar as margens de contribuição para a família selecionada por não possuir registro contábil consolidado para tal fim.

Tabela 4 – Relação de componentes para uma unidade do produto: INTERRUPTOR DUPLO COM UMA TOMADA

Ordem	Qtde	Componente	Material	Origem
1	1	Semi-Conjunto Injetado	Resina ABS	Produção Própria
2	2	Tecla	Resina ABS	Produção Própria
3	1	Espelho	Resina ABS	Produção Própria
4	2	Batoque	Resina PEBD	Produção Própria
5	2	Mola	Latão	Adquirido de Terceiros
6	2	Balacim	Latão	Adquirido de Terceiros
7	3	Terminais	Latão	Adquirido de Terceiros
8	3	Porcas para terminal	Latão	Adquirido de Terceiros
9	3	Parafusos para terminal	Latão	Adquirido de Terceiros
10	2	Cavalete	Latão	Adquirido de Terceiros
11	2	Parafuso de cobre	Cobre	Adquirido de Terceiros
12	2	Parafuso de latão	Latão	Adquirido de Terceiros
13	4	Bornes	Latão	Adquirido de Terceiros
14	4	Parafusos de Bornes	Latão	Adquirido de Terceiros
15	1	Fundo de Tomada	Nylon	Adquirido de Terceiros
16	2	Parafusos de Fixação	Aço	Adquirido de Terceiros
17	2	Parafusos de Espelho	Aço	Adquirido de Terceiros
18	1	Embalagem Individual	Resina PS	Adquirido de Terceiros
19	1/25	Embalagem coletiva	Papelão ondulado	Adquirido de Terceiros

Fonte: Elaborada pelo autor

Embora tenham sido selecionados dois produtos para compor o estudo, Jones e Womack (2004, p. 3) recomendam certos limites ao mapeamento de fluxo de valor estendido. Para estes autores,

Após a escolha do ponto inicial de mapeamento, começa-se o mapeamento propriamente dito preferencialmente seguindo-se o caminho de uma única família e um único componente do produto. *Isso pode ser explicado porque o objetivo principal do mapeamento estendido é conscientizar o pensamento coletivo a respeito do desperdício, além de identificar oportunidades sistemáticas para sua eliminação.* É muito provável que os desperdícios identificados ao se seguir um componente ao longo do fluxo de valor ocorram da mesma maneira em todos os componentes que compõem o produto acabado. A abordagem alternativa de mapear o fluxo de valor de todos os componentes que formam um produto é dispendiosa, consome muito tempo e sobrecarrega os gerentes nela envolvidos com muitos dados.

Portanto, neste estudo, foi selecionado, a partir da família, o componente denominado de “terminal da tomada” para a execução do mapa de fluxo de valor estendido. A seleção foi pautada após análise dos itens que compunham os produtos das Tabelas 3 e 4 e em informações fornecidas por gestores da Alpha, quando das observações feitas ainda na segunda etapa do método proposto. A Figura 18 apresenta uma ilustração do componente selecionado para o estudo com suas partes e sequência de montagem.

Figura 18 – Componente selecionado para o estudo (TERMINAL DA TOMADA) e suas etapas de montagem



Fonte: Elaborada pelo autor

A escolha do terminal da tomada como item a ser analisado no mapa se deu por dois motivos: o item possui uma extensa e complexa cadeia de suprimentos e é utilizado em quase todos os produtos da empresa.

Na atividade industrial é comum a existência de vários fornecedores da mesma matéria prima ou componente. Isto ocorre para que sejam mitigadas as falhas de abastecimento por falta de estoque em virtude de atrasos nas entregas de fornecedores. No entanto, a análise da cadeia de suprimentos considerando todos os seus componentes se tornaria contraproducente e onerosa, como citado anteriormente. Então, foram utilizados quatro critérios para delimitar os fornecedores e os clientes participantes da cadeia de suprimento. Desta forma, o fornecedor ou cliente será elegível para o estudo desde que:

- i) Venha mantendo relacionamento comercial com a indústria Alpha há, no mínimo, vinte e quatro meses;
- ii) Possua condições mínimas para troca de informações com a indústria Alpha (no mínimo um telefone móvel);
- iii) Estejam localizados no Estado do Ceará, preferencialmente, na região metropolitana de Fortaleza;
- iv) Possua relação direta com a família de produto selecionada para o estudo.

Então, depois de analisadas as possibilidades, foram selecionados como participantes que comporão a cadeia de suprimentos a ser analisada com o E-VSM: um fornecedor de matéria-prima metálica (bobinas de latão); um fornecedor de serviços de montagem terceirizada do componente; um fornecedor de serviços de estampagem de peças metálicas e uma empresa distribuidora.

A localização dos fornecedores teve certa prevalência na escolha, pois contribui para o cumprimento do prazo do estudo. Entre os três selecionados, dois possuem instalações próximas às da planta da indústria Alpha, enquanto o fornecedor de matéria-prima metálica é o único fora do Estado, localizando-se em São Paulo.

O fornecedor de matéria-prima é uma indústria siderúrgica localizada no estado de São Paulo e fornece as bobinas de latão para a estampagem do corpo do terminal da tomada. A estampagem é realizada por uma metalúrgica localizada no município de Eusébio no Estado do Ceará. A montagem dos terminais é realizada por uma organização não governamental (ONG) localizada em Fortaleza. As etapas físicas necessárias para que o terminal da tomada seja transformado, desde a matéria-prima, passando por sua montagem no produto acabado até ser disponibilizado no cliente são mostradas na fase 2.

O cliente selecionado possui suas instalações em Fortaleza e conta com três galpões construídos numa área de 10.430 m<sup>2</sup>, onde são recebidos e estocados os produtos, até que estejam em ordem de distribuição para depósitos de material de construção, localizados na maioria dos municípios cearenses.

Uma vez definida a família de produto, delimitado o componente que será analisado no E-VSM e definido os participantes da cadeia de suprimentos, a coleta e tabulação de dados para elaboração e análise do fluxo de valor pode ser iniciada.

## **5.2 Fase 2 – Coleta e tabulação dos dados**

A coleta de dados *in loco* foi a metodologia utilizada para realizar as atividades numeradas de 2 à 5 no cronograma mostrado na Tabela 2, as demais atividades foram executadas fora do ambiente da cadeia de suprimento e são resultado das análises dos dados adquiridos.

O procedimento operacional de coleta de dados *in loco*, também, segue o recomendado por Jones e Womack (2004, p. 14), que afirmam ser o passo inicial percorrer “todo o fluxo de valor a ser mapeado, registrando as plantas visitadas, as conexões de

transporte, todas as ações realizadas sobre o produto, todas as ações de gerenciamento da informação e o tempo requerido”.

Nesta fase foram coletados todos os dados necessários à elaboração do mapa de fluxo de valor estendido no estado atual para o terminal da tomada. A operacionalização das duas etapas da fase 2 é apresentada a seguir.

### **5.2.1 Etapa 4 – Coletar os dados de processo da cadeia de suprimento**

A etapa quatro teve seu início marcado por visitas às instalações dos participantes da cadeia de suprimentos da indústria Alpha para a aquisição dos dados sobre: as etapas físicas necessárias para fabricar o terminal da tomada com os tempos requeridos para todos os processos; todos os fluxos de informações; as conexões de transporte e movimentação de materiais e pessoas *in-plant*; os níveis de estoques existentes e a quantidade de pessoal envolvido em cada etapa do processo produtivo e logístico. Os dados sobre os processos internos da Siderúrgica Sigma foram coletados por telefone e por relatos do comprador da Indústria Alpha, o que limita a análise detalhada da relação neste ponto da cadeia.

Todos os dados coletados foram tabulados e apresentados na seção seguinte; no entanto, sem análise prévia ou qualquer proposição.

#### **5.2.1.1 Etapas físicas necessárias para fabricar o terminal da tomada**

As etapas físicas para fabricação do terminal da tomada, dentro da cadeia de suprimentos analisada, se iniciam no fornecedor de matéria-prima e terminam no estoque de produtos do cliente.

Para a fabricação completa do terminal são necessárias diversas etapas produtivas em cinco empresas diferentes: uma siderúrgica, uma metalúrgica, uma prestadora de serviços de montagem, a indústria Alpha e o Cliente Distribuidor. Como forma de facilitar o entendimento da cadeia de suprimentos, a empresa metalúrgica foi denominada de Metalúrgica Beta enquanto a empresa prestadora de serviços de montagem recebeu a denominação de Montadora Gama. A siderúrgica recebeu o nome de Siderúrgica Sigma.

O início da fabricação do terminal da tomada, no escopo deste trabalho, é a expedição das bobinas de latão a partir do almoxarifado de produtos acabados da Siderúrgica Sigma. O processo segue até que as bobinas sejam recebidas na Indústria Alpha, que as transporta para a Metalúrgica Beta onde será fabricado o corpo do terminal da tomada.

Produzido o corpo do terminal, a Metalúrgica Beta envia para a Indústria Alpha as peças produzidas, que serão recebidas no Almoxarifado Central, inspecionadas pelo setor de qualidade e armazenados. Então, de acordo com o planejamento do setor de PCP, a Indústria Alpha emite ordens de montagem e expede para a Montadora Gama três lotes componentes: lotes do corpo do terminal, de parafusos para terminal e de porca para terminal. Na Montadora Gama é realizada a montagem dos componentes como mostrado, anteriormente, na Figura 18 e, depois de concluída a ordem de montagem, os terminais montados retornam para o Almoxarifado Central da Indústria Alpha, onde serão, novamente, recebidos, inspecionados e armazenados. Na Indústria Alpha, de acordo com a programação de produção realizada pelo setor de PCP, ocorre a montagem do terminal no fundo da tomada, que será acoplada aos produtos da família selecionada. Após a montagem da tomada, o produto fica aguardando a montagem dos interruptores para que possam ser embalados e estocados na Expedição. Todas as etapas descritas estão representadas em detalhes, na Tabela 5, onde 1 dia corresponde a 8 horas de trabalho.

Tabela 5 – Etapas físicas necessárias para O FLUXO DE VALOR do terminal da tomada (*continua*).

ID	ATIVIDADES	Etapas que agregam valor	Tempo total	Tempo de agregação de valor
1	<b>Fornecedor de matéria-prima:</b> <b>Siderúrgica Sigma - São Paulo</b> Carregamento e expedição de bobinas uma vez por mês para a Indústria Alpha.		30 min	
2	<b>Conexão de transporte 1</b> Transporte direto (caminhão) até a planta da Indústria Alpha (2997 km)		10 dias	
3	<b>1ª Estocagem: Bobinas</b> <b>Almoxarifado da Indústria Alpha:</b> Descarregamento das bobinas com <i>transpallet</i> elétrica		10 min	
4	Recebimento de documentação (Nota fiscal)		5 min	
5	Armazenamento das bobinas		5 min	
6	Lançamento da entrada no estoque (sistema)		5 min	
7	Estocagem aguardando programação de produção		5 dias	
8	Emissão de nota fiscal de saída		5 min	
9	Lançamento da saída no estoque (automático com a NF)		0 min	

Tabela 5 – Etapas físicas necessárias para O FLUXO DE VALOR do terminal da tomada (*continuação*).

ID	ATIVIDADES	Etapas que agregam valor	Tempo total	Tempo de agregação de valor
10	Carregamento das bobinas		10 min	
	<b>Conexão de transporte 2</b>			
11	Transporte direto (caminhão) até a planta da Metalúrgica Beta – Eusébio/Ce (26 km)		40 min	
	<b>Fornecedor de 1º Nível:</b>			
	<b>Metalúrgica Beta - Eusébio – Ceará</b>			
12	Descarregamento com empilhadeira das bobinas		3 min	
13	Recebimento de documentação (Nota fiscal)		10 min	
14	Armazenamento das bobinas aguardando programação		1 dia	
15	Transporte de bobina para a prensa		2 min	
16	Setup (preparação da bobina e alimentação da máquina)		22 min	
17	Conformação do corpo da ferragem	1	0,714 s	0,714 s
18	Espera para a fabricação dos lotes		7 dias	
19	Inspeção de qualidade nos lotes		15 min	
20	Transporte dos lotes para a expedição		10 min	
21	Espera para emissão de nota fiscal e agendamento de entrega.		5 min	
22	Carregamento dos lotes		11 min	
	<b>Conexão de transporte 3</b>			
23	Transporte direto (caminhão) da planta da Metalúrgica Beta para a Indústria Alpha (27 km)		50 min	
	<b>2ª Estocagem: Corpo da ferragem</b>			
	<b>Almoxarifado da Indústria Alpha:</b>			
24	Descarregamento manual dos lotes de corpo da ferragem		5 min	
25	Recebimento de documentação (Nota fiscal)		5 min	
26	Armazenamento dos lotes de corpo da ferragem		5 min	
27	Lançamento da entrada dos lotes de corpo da ferragem no estoque (sistema)		5 min	
28	Armazenamento aguardando programação de produção		5 dias	
29	Separação de lotes de corpo de ferragem para remessa à Montadora Gama.		10 min	

Tabela 5 – Etapas físicas necessárias para O FLUXO DE VALOR do terminal da tomada (*continuação*).

ID	ATIVIDADES	Etapas que agregam valor	Tempo total	Tempo de agregação de valor
30	Lançamento da saída dos lotes de corpo da ferragem no estoque (sistema)		5 min	
31	Carregamento dos lotes de corpo da ferragem, dos parafusos e das porcas		7 min	
<b>Conexão de transporte 4</b>				
32	Transporte direto (pickup) partindo da planta da Indústria Alpha para a Montadora Gama (18 km)		60 min	
<b>Fornecedor de 2º Nível: Montadora Gama – Fortaleza (Bairro aldeota) – Ceará</b>				
33	Descarregamento dos lotes de corpo da ferragem, parafusos e porcas		8 min	
34	Recebimento de documentação (Nota fiscal)		2 min	
35	Armazenamento dos lotes de corpo da ferragem, parafusos e porcas		5 min	
36	Montagem manual das partes (tempo para montar 3 terminais)	2	36,452 s	36,452 s
37	Espera para a fabricação dos lotes terminais		15 dias	
38	Transporte dos lotes para área de carga		2 min	
39	Carregamento dos lotes		5 min	
<b>Conexão de transporte 5</b>				
40	Transporte direto (pickup) da Montadora Gama para a Planta da Indústria Alpha (18 km)		50 min	
<b>3ª Estocagem: Terminal montado Almoxarifado da Indústria Alpha:</b>				
41	Descarregamento manual dos lotes de terminais		8 min	
42	Recebimento de documentação (Nota fiscal)		5 min	
43	Inspeção de qualidade nos lotes e laudo de aprovação		15 min	
44	Estocagem dos lotes de terminais no Almoxarifado Central		5 min	
45	Lançamento da entrada dos lotes de terminais no estoque (sistema)		5 min	
46	Armazenamento aguardando programação de produção		1 dia	
47	Separação de lotes de terminais para produção.		10 min	
48	Lançamento da saída dos lotes de terminais no estoque (sistema)		5 min	

Tabela 5 – Etapas físicas necessárias para O FLUXO DE VALOR do terminal da tomada (*continuação*).

ID	ATIVIDADES	Etapas que agregam valor	Tempo total	Tempo de agregação de valor
49	Transporte de lotes de terminais do Almojarifado Central para o setor de Montagem		1 min	
50	Estocagem aguardando consumo pelo setor de Montagem		0,5 dia	
51	Distribuição de frações dos lotes no setor de Montagem		2 min	
<b>Setor de Montagem da Indústria Alpha:</b>				
52	Inserir três terminais (fase + neutro +terra) no fundo da tomada	3	0,188 min	0,188 min
53	Montar interruptor	4	0,451 min	0,451 min
54	Encaixar interruptor e tomada no bastidor	5	0,083 min	0,083 min
55	Descartar produto no contentor			
56	Transportar contentor para pesagem		0,5 min	
57	Espera enquanto faz registro da produção no sistema (Pesagem e impressão de etiquetas)		1 min	
58	Transporte para o Setor de Embalagem		0,5 min	
59	Armazenamento aguardando a conclusão do lote para embalagem		4,8 dias	
<b>Setor de Embalagem da Indústria Alpha:</b>				
60	Setup (preparação do filme de embalagem, das caixas, regulagem e abastecimento de máquina.		20 min	
61	Embalagem individual dos produtos	6	0,0185 min	0,0185 min
62	Contagem manual		0,528 min	
63	Embalagem em caixas de papelão com 25 unidades	7	0,461 min	0,461 min
64	Transporte das caixas para <i>pallet</i>		0,045 min	
65	Espera para completar a carga do <i>pallet</i>		60 min	
66	Transporte do <i>pallet</i> para armazenagem no Almojarifado de Produto Acabado		2 min	
<b>Setor de Almojarifado de produto acabado da Indústria Alpha:</b>				
67	Recebimento de <i>pallets</i> com caixas de produtos		2 min	
68	Lançamento da entrada dos produtos em estoque (sistema)		5 min	
69	Armazenamento dos produtos em estantes		6,5 min	
70	Espera aguardando pedido de venda		1 dia	
<b>Setor de Expedição da Indústria Alpha:</b>				
71	Transporte de caixas para a área de <i>picking</i> .		15 min	
72	Separação do pedido de cliente		30 min	

Tabela 5 – Etapas físicas necessárias para O FLUXO DE VALOR do terminal da tomada (*conclusão*).

ID	ATIVIDADES	Etapas que agregam valor	Tempo total	Tempo de agregação de valor
73	Emissão de nota fiscal de venda com débito automático em estoque		5 min	
74	Aguardando programação para carregamento		0,5 dia	
75	Carregamento manual dos produtos		25 min	
76	Aguardando completar carga do caminhão		35 min	
<b>Conexão de transporte 6</b>				
77	Transporte direto (caminhão) para o Armazém do Cliente 2 vezes por mês		20 min	
78	<b>Armazém de Recebimento do Cliente:</b>			
79	Entrega da NF para conferência		2 min	
80	Aguardando na fila para descarregar		3,5 horas	
81	Manobra na doca para descarregamento		5 min	
82	Descarregamento e conferência com código de barras		15 min	
83	Mercadoria aguardando estocagem		1 min	
84	Estocagem		5 min	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Tabela 5, além da descrição das etapas físicas, estão todos os tempos medidos *in loco* para cada atividade da cadeia de suprimentos e as conexões de transporte entre as plantas da cadeia. Os dados serão utilizados na elaboração do mapa de fluxo de valor estendido no estado atual juntamente com os dados dos fluxos de informações. A utilização de diferentes unidades dimensionais para o tempo de cada atividade é, propositalmente, apresentada como forma de enfatizar alguns resultados. Por exemplo: a percepção do desperdício parece ter melhor resultado quando o valor apresentado está no formato “15 dias” em detrimento de “7200 minutos”.

Além dos fluxos físicos, são necessários, também, dados sobre o fluxo de informações ao longo dos processos da cadeia de suprimento da empresa. Apesar de ser algo necessário à comunicação, do ponto de vista dos clientes, o fluxo de informações não agrega valor algum ao produto; portanto, é desperdício. Entretanto, é um desperdício necessário, segundo Jones e Womack (2004, p.30). Os autores defendem a minimização das informações na operação da cadeia, ou seja, eliminar os excessos de autorizações, assinaturas em documentos, procedimentos, entre outros. O fluxo de informações foi investigado e os dados estão apresentados na próxima seção.

### **5.2.1.2 O fluxo de informação na fabricação do terminal**

Os dados de fluxo de informações na cadeia de suprimento estudada foram coletados no momento daquelas visitas realizadas às plantas dos participantes da cadeia e, também, em entrevistas não estruturadas com gestores dos participantes.

Optou-se por iniciar o acompanhamento do fluxo a partir do Cliente Distribuidor e seguir o caminho fluxo na direção dos fornecedores, ou seja, do final para o início da cadeia. A primeira informação no fluxo da cadeia de suprimentos é o registro do pedido de compra do Cliente Distribuidor para o representante comercial da Indústria Alpha. O representante consolida os pedidos diariamente e encaminha ao setor comercial da Indústria Alpha ao final do dia. No setor comercial, os pedidos são colocados numa fila para análise de crédito e posterior inserção em banco de dados de vendas, respeitando a ordem cronológica de entrada. Os pedidos permanecem por dois dias na fila aguardando análise e aprovação. Após aprovados, os pedidos são inseridos no sistema e já podem ser impressos no setor de expedição, onde são separados e preparados para embarque no dia subsequente, permanecendo em fila por um dia.

Até o momento do embarque das mercadorias aos clientes, as informações de vendas, na Indústria Alpha, ficam restritas ao setor comercial e à expedição. O setor de PCP da Alpha só consegue visualizar as movimentações de estoque após a emissão das notas fiscais que, uma vez preparadas, debitam automaticamente os produtos do banco de dados de vendas/estoque.

A informação de estoque auxilia o PCP na realização das previsões de demanda mensais utilizando o modelo da média móvel dos últimos três meses, o que proporciona embasamento para as programações de produção semanais. Com isso, são emitidas as ordens de produção e distribuídas aos setores produtivos. O setor de embalagem e o setor de montagem recebem as informações de produção impressa nas ordens e as sequenciam, em acordo com o PCP, no chão-de-fábrica. Além do banco de dados de vendas/estoque, o PCP também utiliza planilhas eletrônicas em abundância para auxiliar o planejamento e o controle industrial.

Cópias das ordens de produção são encaminhadas, a partir do PCP, ao Almoxarifado Central para que sejam separados os materiais necessários à fabricação. Ao serem conclusas as separações, os funcionários do almoxarifado transportam os lotes de

materiais para os setores produtivos onde são conferidas por um funcionário que ocupa o cargo de apontador de produção.

Além das programações internas, o PCP prepara a programação das remessas de materiais para beneficiamento externo (remessas à Montadora Gama e à Metalúrgica Beta). As remessas são comunicadas via telefone e controladas via quantidades especificadas em nota fiscal.

O fluxo de informações continua nos fornecedores. Ao receber o material, a Metalúrgica Beta armazena-o numa área próxima à prensa que será utilizada na produção dos corpos do terminal e comunica, verbalmente, ao operador da prensa, a programação feita pelo PCP da Alpha. Normalmente, o PCP autoriza o envio de 500 quilogramas de latão em bobina para a Beta semanalmente, que é processado e resultam em 278 mil unidades de corpo do terminal.

Na Montadora Gama, após o recebimento dos lotes e da nota fiscal, o material é imediatamente disponibilizado nas mesas de montagem, não havendo comunicado do planejamento de produção, pois a programação da produção é constante (93000 unidades semanalmente) em função da demanda proporcionada pela Indústria Alpha.

O fluxo de informações para o fornecedor de matéria-prima é um pouco diferente dos anteriores. Nele, as informações sobre os estoques de matérias-primas e pontos de ressuprimento são transmitidas, eletronicamente e semanalmente, do PCP ao setor de compras, que se encarrega da emissão dos pedidos de compras de matéria-prima. A análise dos estoques de matéria-prima é realizada com o auxílio de dois bancos de dados, o de vendas/estoque e o banco de dados de produção, que não se comunicam eletronicamente. Para o caso das bobinas de latão, o pedido é transmitido por *e-mail* ao centro de processamento de pedidos da Siderúrgica Sigma que, normalmente, espera um dia para consolidar as cargas. Após esta etapa, a Siderúrgica Sigma comunica, também por *e-mail*, a data da remessa.

Ao serem recebidos na Alpha, os materiais entregues por fornecedores (Siderúrgica Sigma, Metalúrgica Beta, Montadora Gama) têm suas quantidades lançadas no banco de dados de vendas/estoque, tornando a informação disponível para o PCP, que novamente procede com a atualização dos dados de programação de compras.

As informações das quantidades produzidas partem dos setores de montagem e embalagem. Na montagem os dados de produção em cada mesa de trabalho são anotados por um funcionário com o cargo de apontador de produção, que faz os lançamentos das quantidades no banco de dados de produção.

As informações de produção, especificadas nas ordens de produção, percorrem todas as etapas de fabricação até chegar ao setor de embalagem, último estágio da informação no processo de fabricação. Neste setor, são anotadas, na ordem de produção, as quantidades embaladas de cada produto e, após o registro, os paletes com os produtos são enviados à Expedição, que confere as quantidades e a descrição dos produtos, assina a ordem de produção informando o recebimento e procede com a estocagem das caixas. A ordem, então, é direcionada ao PCP, que lançará os valores nos dois bancos de dados anteriormente citados.

O fluxo apresentado é correspondente ao caminho seguido por todas as informações na cadeia de suprimentos estudada. Os dados tabulados estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Etapas do fluxo de informação na cadeia de suprimentos em estudo. (*continua*)

ID	ETAPAS	Tempo de Espera
	<b>Indústria Alpha - Maracanaú</b>	
1	Coleta de pedidos de Clientes por representante	
2	Fila de pedidos de Clientes enviados por representantes aguardando análise e aprovação do Setor Comercial da Indústria Alpha (eletrônico)	2 dias
3	Processamento dos pedidos no banco de dados da Indústria Alpha (eletrônico)	
4	Impressão dos pedidos aprovados no Setor de Expedição (documento físico)	
5	Fila de pedidos impressos aguardando separação e carregamento na área de <i>picking</i> (documento físico)	1 dia
6	PCP produz relatório de estoque semanal para elaboração das previsões de demanda da Indústria Alpha (eletrônico)	
7	PCP emite ordem de produção semanal para as mesas de montagem de tomadas (documento físico)	
8	PCP emite ordem de produção semanal para as mesas de montagem de interruptores (documento físico)	
9	PCP emite ordem de produção semanal para as mesas de montagem de bastidores (documento físico)	
10	PCP emite ordem de produção semanal para o setor de embalagem (documento físico)	
11	Fila de ordens de produção aguardando programação de montagem e embalagem	5 dias

- 12 PCP envia ordem de produção semanal ao Almojarifado autorizando a separação de material para o setor de Montagem da Indústria Alpha.
- 13 PCP envia ordem de produção semanal ao Almojarifado autorizando a separação de material para envio à Montadora Gama

Tabela 6 – Etapas do fluxo de informação na cadeia de suprimentos em estudo. (*continuação*)

ID	ETAPAS	Tempo de Espera
14	PCP envia ordem de produção semanal ao Almojarifado autorizando a separação de material para envio à Metalúrgica Beta	
15	PCP comunica envio semanal de material à Montadora Gama (contato telefônico)	
16	PCP comunica envio semanal de material à Metalúrgica Beta (contato telefônico)	
17	PCP elabora relatório trimestral com previsão de consumo de matérias-primas e encaminha ao Setor de Compras da Indústria Alpha.	
18	Setor de Compras envia previsão trimestral de compras para à Siderúrgica Sigma.	
19	Fila de pedido de compra de matéria-prima para o setor comercial da Siderúrgica Sigma (documento eletrônico)	1 dia
	<b>Montadora Gama</b>	
20	Fila de pedido na Montadora Gama	0,1 dia
21	O gerente comunica a conclusão dos lotes semanalmente (contato telefônico)	
	<b>Metalúrgica Beta</b>	
22	Fila de pedido na Metalúrgica Beta	1 dia
23	Operador comunica ao setor comercial da Metalúrgica Beta o peso recebido	
24	O setor comercial da Metalúrgica Beta assina a nota fiscal confirmando o recebimento	
25	Operador comunica ao setor comercial da Metalúrgica Beta o término da produção do lote	
26	O setor comercial da Metalúrgica Beta comunica (telefone), ao PCP da Indústria Alpha, o término da produção dos lotes e informa a data de entrega	
27	Fila na programação de entrega da Metalúrgica Beta	1 dia
	<b>Almojarifado da Indústria Alpha</b>	
28	Almojarifado digita a entrada dos lotes no banco de dados de estoque	
	<b>Setor de Montagem da Indústria Alpha</b>	
29	Apontador de produção lança as quantidades	

	produzidas no banco de dados de produção
	<b>Setor de Embalagem da Indústria Alpha</b>
30	PCP recebe as ordens de produção concluídas e lança as quantidades de Produtos Acabados produzidos no banco de dados de Vendas/Estoque

Tabela 6 – Etapas do fluxo de informação na cadeia de suprimentos em estudo. (*conclusão*)

ID	ETAPAS	Tempo de Espera
	<b>Número total de etapas de informações</b>	<b>30</b>
	<b>Tempo decorrido de um pedido desde a matéria-prima até a última etapa</b>	<b>11,1 dias</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 5.2.1.3 Os níveis de estoque na cadeia de suprimentos e o pessoal envolvido.

As quantidades de estoques de materiais, produtos em processo e produtos acabados existentes ao longo da cadeia de suprimentos são de substancial importância para a elaboração do E-VSM no estado atual. Os níveis de estoque, quando elevados, tendem a camuflar os desperdícios. No escopo do trabalho, o estoque medido é o somatório de todos os estoques existentes: estoque de produto acabado, estoque em processo, estoque em trânsito e estoque no cliente.

A coleta de dados de estoque foi realizada *in loco* e baseada nas quantidades de produtos requeridos mensalmente pelo Cliente Distribuidor. Por exemplo, quando se refere que o estoque é para 3 dias, significa que tal estoque, no fluxo de valor, é capaz de abastecer o cliente por 3 dias independente da produção realizada. Para efeito de cálculo, a semana é composta por 5 dias e o turno diário é de 8 horas. O mês foi considerado com 20 dias de trabalho.

Portanto, foram registrados os volumes de estoques ao longo da cadeia como mostra a Tabela 7.

Tabela 7 – Dias de estoque registrados por processo na cadeia de suprimentos da Indústria Alpha. (*continua*)

ID	ESTOQUES	Volume de estoque (dias)
1	Bobinas de latão	15 dias

2	Corpo de terminal da tomada	5 dias
3	Terminal da tomada montado no armazenado Almojarifado Central	5 dias
4	Terminal da tomada montado e em processo no setor de montagem	5 dias

Tabela 7 – Dias de estoque registrados por processo na cadeia de suprimentos da Indústria Alpha. (*conclusão*)

ID	ESTOQUES	Volume de estoque (dias)
5	Interruptor pré-montado	5 dias
6	Tomada montada	3 dias
7	Interruptor montado	3 dias
8	Interruptor Simples + Tomada s/ embalagem	2 dias
9	Interruptor Simples + Tomada s/ embalagem	3 dias
10	Interruptor Simples + Tomada acabado	3,4 dias
11	Interruptor Simples + Tomada acabado	6,5 dias
12	Interruptor Simples + Tomada (Cliente Distribuidor)	20 dias
13	Interruptor Simples + Tomada (Cliente Distribuidor)	20 dias

Fonte: elaborada pelo autor

Outro conjunto de dados necessários para a elaboração do E-VSM é a quantidade de pessoas envolvidas no fluxo de valor. Para o estudo, foram elencados os profissionais que atuam, diretamente, na família de produto e nos processos relacionados ao item. Os quantitativos estão lançados na Tabela 8.

Então, de posse dos dados coletados, agora é possível gerar as informações necessárias à elaboração do mapa de fluxo de valor estendido no estado atual para a cadeia de suprimentos da Indústria Alpha.

### 5.2.2 Etapa 5 – Elaborar o E-VSM do estado atual

O mapa de fluxo de valor estendido no estado atual para a cadeia de suprimento da Indústria Alpha foi elaborado tendo como referência os dados coletados nas etapas 4 e 5,

além dos relatos adquiridos nas entrevistas não estruturadas com os gestores da cadeia. Ao término da etapa cinco, o próprio E-VSM elaborado se tornará um dado importantíssimo para a análise dos desperdícios na cadeia.

Tabela 8 – Quantitativo de pessoas envolvidas no fluxo de valor do terminal da tomada.

ID	SETOR/DEPARTAMENTO	Qtde de pessoas
1	Siderúrgica Sigma	3
2	Almoxarifado Central da Indústria Alpha	6
3	Metalúrgica Beta	4
4	Montadora Gama (recebimento)	1
5	Montadora Gama (montagem)	21
6	Montagem Indústria Alpha	14
7	Embalagem Indústria Alpha	6
8	Expedição Indústria Alpha	9
9	Recebimento Cliente Distribuidor	11
	<b>TOTAL</b>	<b>75</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

Para a construção do mapa foi utilizada a simbologia padrão sugerida por Jones e Womack (2004, p. 99), com adaptações necessárias. Os símbolos estão representados no Anexo 1 e facilitam o entendimento do mapa.

A elaboração do mapa foi iniciada pela necessidade de demanda do cliente (caixa Cliente Distribuidor), no lado direito do mapa. Seguindo o fluxo de materiais, da direita para a esquerda do mapa, se chega até fornecedor de matéria-prima (caixa Siderúrgica Sigma), canto superior esquerdo do mapa. Os estoques, expressos no mapa, estão representados por triângulos com o algarismo “E” inscrito. O cálculo dos estoques segue as especificações apresentadas na seção 5. 2.1.3.

O fluxo de informação acompanha o mesmo sentido, partindo do cliente em direção aos fornecedores. Em determinados estágios do fluxo, os dados são transmitidos

manualmente ou por informação verbal, mas na maior parte da cadeia são utilizados software de correio eletrônico. A informação está representada no mapa pelas setas contínuas, setas em formato de raio e setas com traços intermitentes para as informações manuais, eletrônicas e verbais respectivamente.

No mapa estão representados os fluxos de materiais, os fluxos de informações e as conexões de transporte entre as plantas da cadeia. A linha mostrada na parte inferior do mapa contém as informações que vão orientar o processo de melhoria dos fluxos.

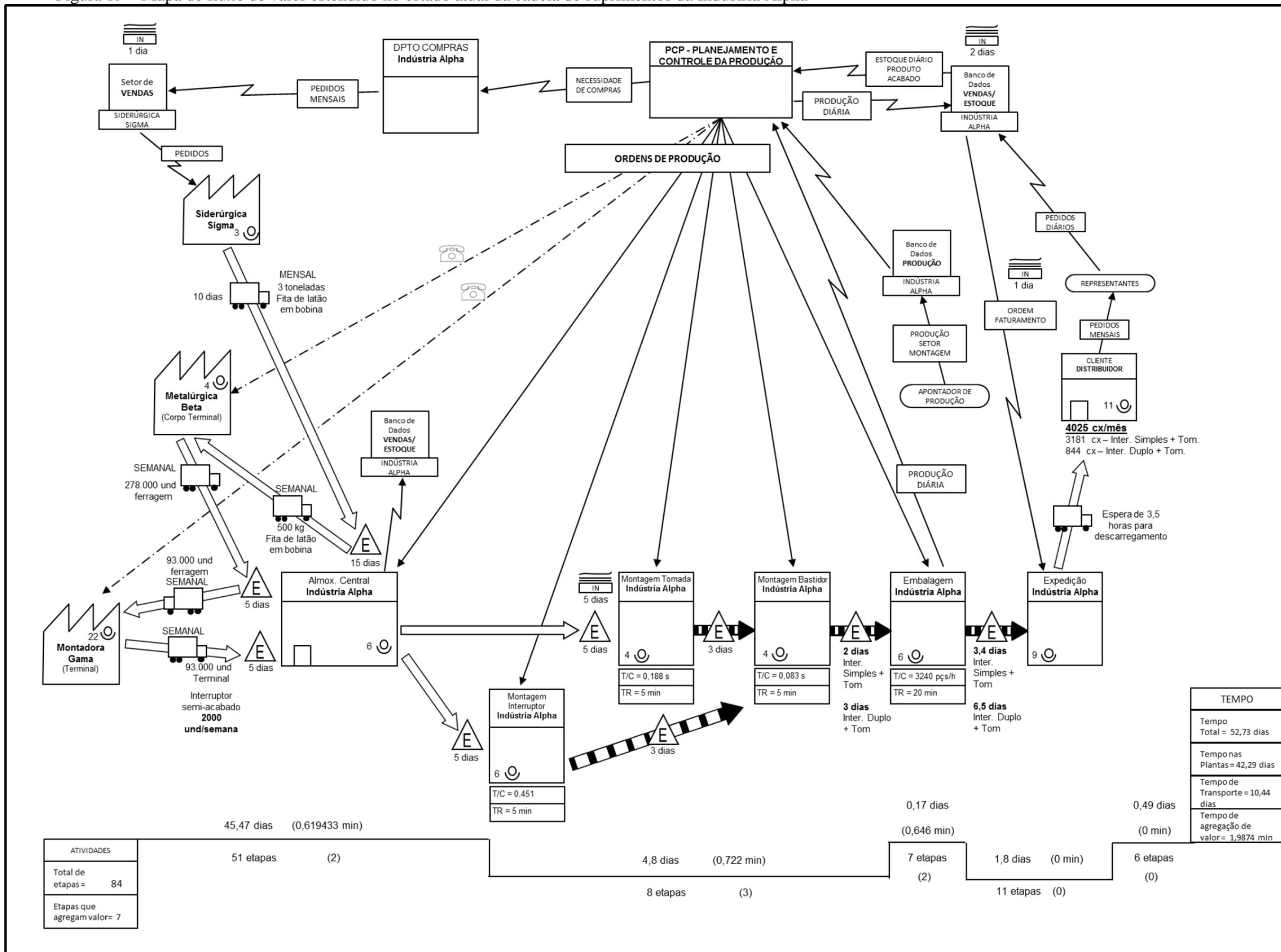
Os dados sobre a linha são os tempos totais necessários a concretização de cada etapa do processo, sendo apresentados em dias. Os valores entre parênteses sobre a linha representam o tempo de agregação de valor em cada etapa do processo. O cálculo para a aquisição dos valores de tempo total para cada etapa do processo considerou o somatório dos tempos de transporte, tempos de processamento e tempos de espera.

Os valores abaixo da linha mostram a quantidade de atividades executadas em cada etapa do processo especificando, com valores entre parênteses, o quantitativo de atividades que agregam valor às etapas.

No início da linha se tem uma Tabela com os valores correspondentes do quantitativo de atividades executadas no fluxo do terminal da tomada e ao final da linha nota-se outra Tabela com o resumo dos tempos encontrados no mapeamento

A Figura 19 mostra o mapa de fluxo de valor estendido no estado atual com todos os fluxos de materiais e informações e a linha de processo.

Figura 19 – Mapa de fluxo de valor estendido no estado atual da cadeia de suprimentos da Indústria Alpha



Fonte: elaborado pelo autor

### 5.3 Fase 3 – Análise dos dados

A análise dos dados coletados que se inicia na fase 3 inclui a investigação detalhada do mapa de fluxo de valor estendido no estado atual elaborado na etapa 5 e das informações colhidas ao longo do estudo. Para a execução desta fase, duas etapas foram criadas de forma que os resultados pudessem ser mais organizadamente apresentados; identificar e elencar os desperdícios na cadeia em estudo e elaborar o E-VSM do estado futuro.

#### 5.3.1 Etapa 6 – Identificar e elencar os desperdícios na cadeia em estudo

Os sete desperdícios mostrados por Ohno (2004, p. 46) foram utilizados como referência para a identificação das ineficiências nos processos da cadeia de suprimentos da Indústria Alpha. A análise do E-VSM no estado atual foi fundamental na execução da presente etapa e os desperdícios identificados estão elencados na Tabela 9. Os dados para a elaboração da Tabela 9 foram retirados da Tabela 5.

A partir da análise do mapa da Figura 19 e dos dados elencados nas Tabelas das seções anteriores, puderam ser identificadas oito fontes de desperdícios na cadeia de suprimentos. Porém, três fontes foram indicadas, por gestores da cadeia, para serem tratadas com ações de melhorias (*kainzen*) intensivas por todos participantes da cadeia, a saber: a fila de espera para descarregamento dos produtos no Armazém do Distribuidor; a intensa movimentação de materiais, entre firmas e *in plant*, ao longo da cadeia para a produção do terminal; e o processo de produção empurrado adotado na Indústria Alpha. O estudo dará ênfase aos três selecionados.

O E-VSM atual mostrou que são necessárias 10,13 horas desde o momento que o pedido do Cliente Distribuidor chega ao setor Expedição da Alpha até o instante em que é estocado no armazém do cliente, sendo destas, 3,5 horas em espera na fila de caminhões para descarregamento.

O segundo desperdício, tem relação com a movimentação e o transporte de matérias. Desde a saída da matéria-prima da Siderúrgica Sigma, passando pelas plantas da Metalúrgica Beta e da Montadora Gama, até o momento em que o terminal da tomada, já montado, acessa o setor Montagem na Indústria Alpha, passam-se 28,17 dias com atividades de movimentação, transporte e estocagem. Este valor é calculado a partir dos dados presentes

na coluna de tempo total e grafados na cor vermelha na Tabela 5, realizadas as devidas conversões de unidades conforme explicitado na seção anterior.

Tabela 9 – Desperdícios identificados com a elaboração do E-VSM atual da cadeia de suprimentos da Indústria Alpha.

<b>Tipo de desperdício</b>	<b>Desperdício</b>	<b>Quantificação do desperdício</b>
Espera	Espera na fila para descarregar no Cliente Distribuidor	3,5 horas
	Fila de pedidos aguardando autorização e processamento na Alpha e na Sigma	3 dias
	Fila de ordens de produção no setor de montagem	5 dias
	Espera para fabricação de lotes na Metalúrgica Beta e na Montadora Gama	22 dias
Movimentação, transporte	Transporte entre firmas de material para a fabricação do terminal até o Almoxarifado da Indústria Alpha.	10,44 dias
	Movimentação, transporte <i>in plant</i> entre os processos produtivos em todas as plantas.	17,73 dias
Processamento	Elevado <i>lead-time</i> na fabricação.	52,73 dias
Estoque	Excesso de estoque de matérias-primas, produtos em processo e produtos acabados.	75,9 dias

Fonte: elaborada pelo autor

O último desperdício selecionado é interno à planta da Alpha. Trata-se do processo de fabricação dos produtos, que acontece de forma empurrada, gerando estoques e produção desnecessariamente. O tempo de atravessamento, ou *lead time* em inglês, é de 52,73 dias, ou seja, é o tempo transcorrido desde a data de solicitação de pedido pelo cliente até que os produtos sejam fabricados e entregues. Para que o cliente não aguarde todo este prazo, a empresa produz estoques de produtos acabados em grandes quantidades, o que, segundo resposta do gestor de PCP da Alpha em entrevista não estruturada, “os níveis de estoque de produtos acabados, atualmente, estão baixíssimos. Já foram maiores, para cerca de 35 dias. Nossos clientes não querem esperar para receber, querem pronta entrega. É uma característica do nosso mercado”.

A política de altos estoques imposta na Alpha amplia o nível de serviço ao cliente, mas, em contraponto, aumenta a necessidade de capital de giro e camufla muitos desperdícios.

Talvez este seja o maior *trade-off* que a empresa possua na atualidade. Os estoques no mapa da Figura 19 somam 75,9 dias, como aparece na Tabela 9.

O E-VSM futuro elaborado na seção seguinte mostrará soluções *lean* para todos os desperdícios da Tabela 9. No entanto, apenas os três selecionados por seus gestores terão cenários de melhoria apresentados na etapa 8.

### 5.3.2 Etapa 7 – Elaborar o E-VSM do estado futuro

O mapa de fluxo de valor estendido no estado futuro, Figura 20, tem o objetivo de apresentar um panorama para a eliminação dos desperdícios localizados no E-VSM atual e propor a aplicação de ferramentas *lean* para obtenção das melhorias almejadas.

A Tabela 9 elencou oito desperdícios na cadeia de suprimentos reunidos em quatro categorias: espera, movimentação e transporte, processamento e estoque, que serão analisados individualmente nesta seção e apresentadas melhorias correspondentes no E-VSM futuro.

- **Desperdícios de espera:** os desperdícios relacionados à espera foram: espera na fila para descarregar no Cliente (Armazém Distribuidor); fila de pedidos aguardando autorização e processamento na Alpha e na Sigma; fila de ordens de produção no setor de montagem e espera para fabricação de lotes na Metalúrgica Beta e na Montadora Gama.

No fluxo de valor estendido futuro foi proposto, para eliminar a espera na fila aguardando o momento para descarregar a mercadoria no Cliente Distribuidor, a aquisição de um sistema de agendamento de entregas com hora predeterminada, onde cliente e fornecedor poderão acordar o momento propício para o recebimento das mercadorias, evitando as perdas de tempo em filas e regularizando o fluxo de entradas em estoque no cliente. O agendamento está representado no mapa, do lado direito, por setas em formato de raios nos dois sentidos, conectando a expedição da Alpha ao Cliente Distribuidor.

Quanto aos pedidos, há uma fila de dois dias na Indústria Alpha e um dia no setor de vendas da Siderúrgica Sigma, sendo que, para a mitigação, foi sugerido no mapa a aquisição de um sistema informatizado capaz de compartilhar dados, eletronicamente, entre os participantes da cadeia de suprimentos, são os denominados EDI. O uso do EDI como ferramenta de comunicação pretende eliminar o desperdício de processamento de pedido manual e reduzir a espera para análise e aprovação, ficando apenas os pedidos com restrições, identificados pelos computadores, retidos no setor financeiro para a análise e parecer de crédito. No mapa futuro, é possível visualizar a indicação da comunicação entre o banco de

dados da Indústria Alpha os bancos da Siderúrgica Sigma e do Armazém Distribuidor, nas setas em flechas com sentido duplo e que cortam a caixa com a descrição EDI.

Os dois últimos desperdícios da categoria espera foram eliminados e mostrados no mapa futuro com ações internas na Indústria Alpha. A fila de ordem de serviço foi substituída por cartões *kanban* e quadros *kanban* na interface das etapas de produção, enquanto a espera para fabricação de lotes na Metalúrgica Beta e na Montadora Gama foi eliminada com a implantação do processo de estampagem Biller e do processo de montagem automatizada do terminal da tomada. Pode ser observado no E-VSM futuro, que as atividades de produção do terminal estão na parte inferior do mapa e representadas por novas caixas de processos com as denominações: Estampo Biller, Montagem Terminal e Montagem Completa. O processo de estampagem Biller envolve o corte e dobra de material metálico, no caso o latão, por mecanismos e não por ferramentas de estampo convencionais. Este processo gera um volume mínimo de aparas e tem maior produtividade.

- **Desperdício de transporte:** o maior desperdício de transporte identificado na cadeia de suprimentos foi o transporte, entre firmas, de material para a fabricação do terminal. O desperdício de transporte faz referência às atividades que não agregam valor, porém executadas, desde a saída da bobina de latão da Siderúrgica Sigma até o recebimento, no Almoxarifado Central da Indústria Alpha, dos lotes de terminal, completamente montados e prontos para uso.

A proposta lançada no mapa para eliminação do desperdício de transporte foi a substituição da terceirização por aquisição de maquinário de fabricação e montagem do terminal da tomada. Pode ser visualizado no E-VSM futuro que as empresas terceirizadas foram retiradas da cadeia de suprimento e substituídas por dois novos setores, a montagem de terminal e a Estampagem Biller. Esta proposta, além da redução no fluxo de materiais, minimiza o fluxo de informação da cadeia e reduz custos com formação de estoques tipo pulmão, utilizado para amortecer quebras nos fluxos de entregas de fornecedores.

Outro desperdício percebido foi o excesso de transporte no setor de montagem na planta industrial da Alpha. O mapa propõe eliminá-lo com a substituição do sistema de produção em linha por um modelo baseado na produção em célula. Cronometragens realizadas no setor de Montagem apontaram que a alteração no sistema de produção reduziria o tempo padrão de montagem, de uma unidade interruptor simples com uma tomada, de 0,722 minutos para 0,3613 minutos. Com a eliminação do transporte e da espera para formação de lotes, o fluxo dos produtos se tornou mais eficiente e o *lead time* na montagem saiu de 4,8 dias para 2,4 dias, uma vez que a redução no tempo padrão foi de, aproximadamente, 50%.

- **Desperdício de processamento:** os desperdícios de processamento estão associados ao tempo de atravessamento (*lead time*) dos pedidos na produção e ao tipo de sistema de produção utilizado na empresa. Do mesmo modo que foi a eliminação do desperdício de transporte, para o de processamento foi sugerida a substituição do modelo de produção em linha por um modelo de produção em célula, o que já foi mostrado ser capaz de reduzir o tempo de atravessamento.

Para complementar a proposta, foi sugerida a implantação da produção puxada em detrimento da empurrada por ordens de produção e, para sua implementação, sugeriu-se a utilização de cartões *kanban* entre os processos, como visto na parte inferior do E-VSM futuro.

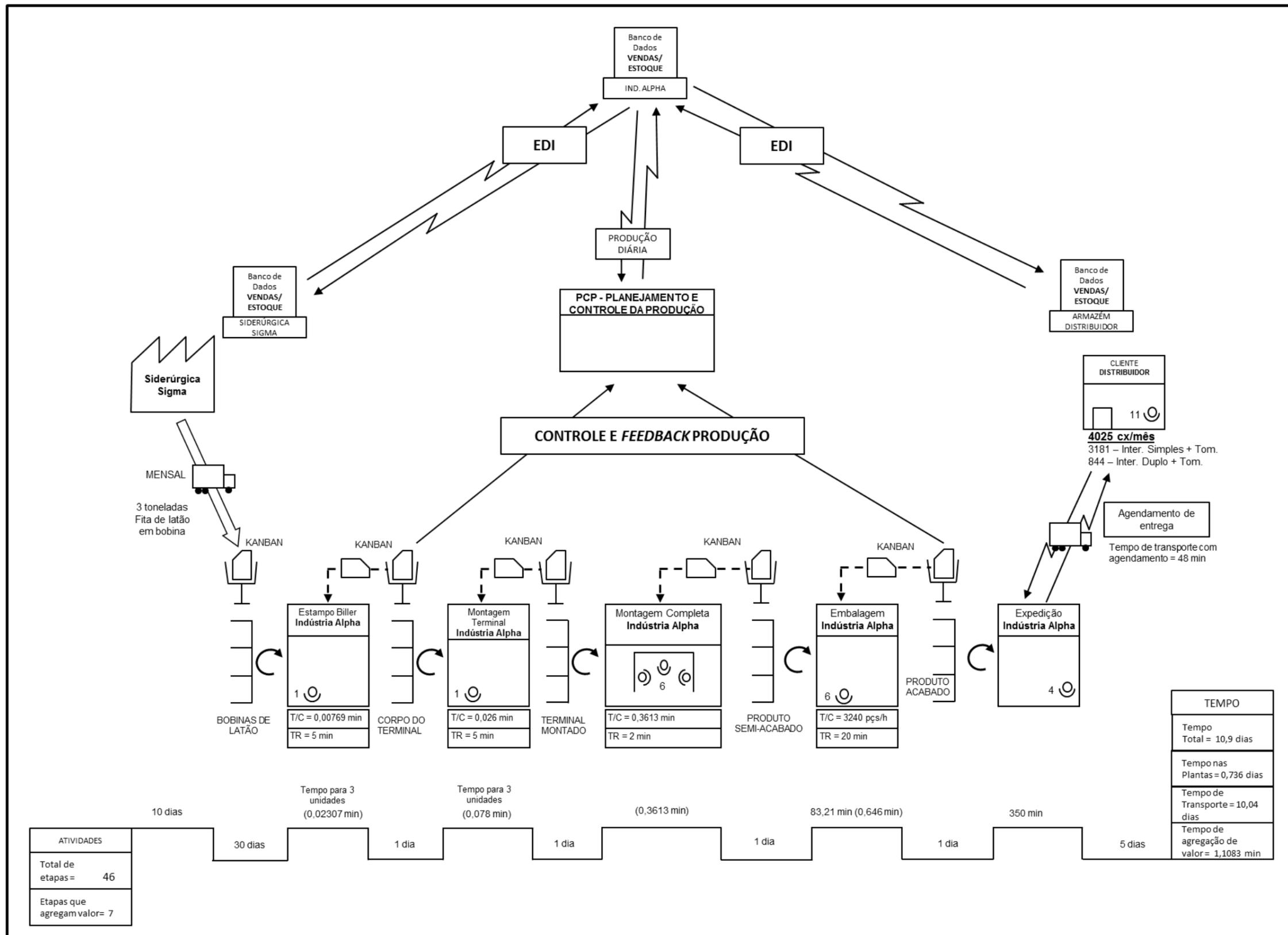
- **Desperdício de estoque:** os cartões *kanban* foram, também, a iniciativa sugerida pelo mapa futuro para reduzir, ao menor possível, o volume dos estoques de matérias-primas, produtos semiacabados e produtos acabados. Observa-se, no mapa futuro, que o *kanban* foi disposto ao longo do fluxo e serão movimentados entre os processos para a disseminação da informação de produção. O PCP controla os volumes de estoques e a produção nas duas pontas do fluxo (matéria-prima e produto acabado) regulando o número de cartões em processo de acordo com as variações de demanda percebidas no comercial.

O cálculo dos cartões *kanban* indicará o volume de estoque em cada supermercado entre os processos, mas a estimativa é trabalhar com um volume para, no máximo, um dia.

Do mesmo modo que foram especificadas as particularidades do E-VSM atual, o são as do mapa futuro. A linha de tempo, abaixo do mapa, mostra os dados de processo para cada atividade e os dias de estoque entre os processos. Os números entre parênteses representam os tempos de agregação de valor, como já comentado no E-VSM atual da Figura 19.

O mapa de fluxo de valor estendido no estado futuro está apresentado na Figura 20 e mostra todas as propostas de redução ou eliminação dos desperdícios comentados na seção.

Figura 20 – Mapa de fluxo de valor estendido no estado FUTURO da cadeia de suprimentos da Indústria Alpha



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 5.4 Fase 4 – Discussão dos resultados e conclusões

Com os dois mapas de fluxo de valor estendidos elaborados, é possível apresentar alguns resultados e conclusões. Para organizar a apresentação foi desenvolvida uma análise comparativa entre os dois mapas conforme mostrado na Tabela 10.

Tabela 10 – Tabela comparativa entre os resultados encontrados com a elaboração dos mapas no estado atual e futuro.

<b>Discriminação do resultado</b>	<b>E-VSM atual</b>	<b>E-VSM futuro</b>
Espera na fila para descarregar no Cliente Distribuidor	3,5 horas	5 min (máx)
Fila de pedidos aguardando autorização e processamento na Alpha e na Sigma	3 dias	0 min
Fila de ordens de produção no setor de montagem	5 dias	0 min
Espera para fabricação de lotes na Metalúrgica Beta e na Montadora Gama	22 dias	0 min
Transporte entre firmas de material para a fabricação do terminal até o Almoxarifado da Indústria Alpha.	10,44 dias	10,04 dias
Movimentação, transporte <i>in plant</i> entre os processos produtivos em todas as plantas.	17,73 dias	10,08 dias
Elevado <i>lead-time</i> na fabricação.	52,73 dias	10,9 dias
Excesso de estoque de matérias-primas, produtos em processo e produtos acabados.	75,9 dias	39 dias
Quantidade de atividades	84	46
Tempo de agregação de valor	1,9874 min	1,1083 min
Tempo nas plantas	42,29 dias	0,736 dias
Conexões de transporte	6	2
Sistema de Produção no setor de Montagem	Empurrada	Puxada

Fonte: elaborado pelo autor

Os resultados apresentados na Tabela 10 são estimativas baseadas nos dados coletados na cadeia de suprimentos da Indústria Alpha e possuem o objetivo de nortear a busca por melhorias.

Na etapa seguinte estão relatados algumas melhorias implementadas na cadeia de suprimento, o que poderá ser comparado aos resultados almejados no mapa de estado futuro.

#### **5.4.1 Etapa 8 – Apresentar cenários de melhorias**

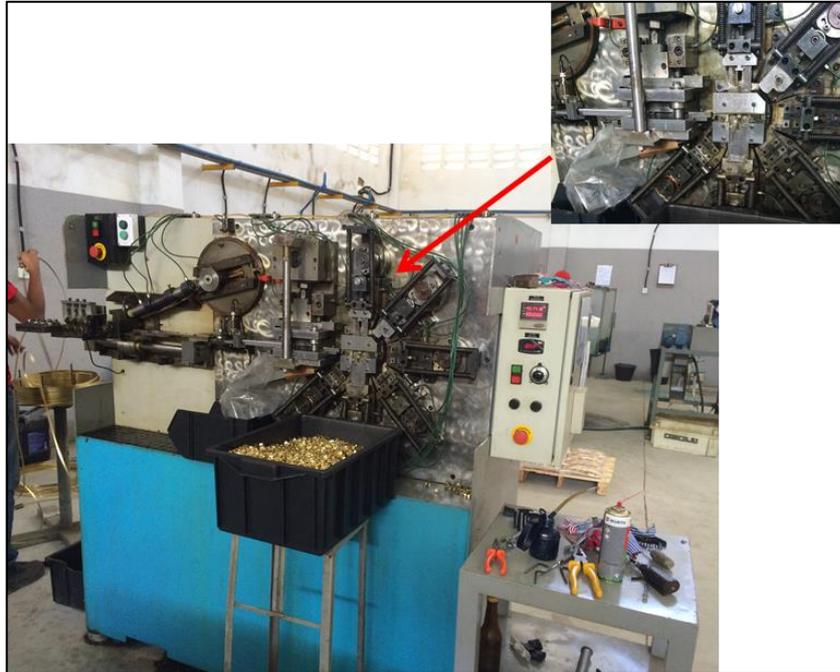
O primeiro cenário de melhoria visualizado e implantado atuou na eliminação de conexões de transporte, entre firmas, de material para a fabricação do terminal, desde a planta do fornecedor (Siderúrgica Sigma) até o Almoxarifado da Indústria Alpha.

No mapa de fluxo atual, o transporte causava forte impacto no tempo de produção do terminal. De acordo com os dados capturados eram necessários 45,47 dias de trabalho para que se obtivesse um estoque de terminal (93000 unidades) suficiente para 6,1 dias de produção. Com a implantação da melhoria realizada, o tempo de fabricação do terminal, incluindo as conexões de transporte necessárias, deverá atingir o patamar de 10,04 dias, redução de 78% do tempo aproximadamente, e eliminar 38 etapas do processo, que estão grafadas em vermelho na coluna “ID” da Tabela 5.

Para alcançar a redução, a Alpha optou por desocupar um galpão, em sua planta industrial, que estava sendo utilizado para armazenar sucatas de equipamentos, e acomodar dois equipamentos de produção adquiridos para fabricar os terminais da tomada; uma máquina de conformação de ferragens e outra de montagem, automatizada, das partes do terminal. As Figuras 21 e 22 mostram as máquinas instaladas e a Figura 23 mostra a nova planta industrial da Alpha com o setor de estamparia, que passou a ocupar o galpão.

O setor de estamparia detém todos os processos necessários à fabricação do terminal da tomada, desde a conformação da matéria-prima até a montagem. O processo se inicia na máquina de conformação do corpo do terminal (Estampagem Biller), que recebe a fita de latão e produz 2,16 unidades por segundo, obtendo uma maior produtividade em relação ao equipamento da Metalúrgica Beta, que produzia 1,9 unidades por segundo. Após a conformação, os corpos do terminal são direcionados para o equipamento de montagem de terminais, que opera ao lado. O transporte das ferragens para a montagem é imediato, não necessitando de tempo de espera para a formação de lotes. A máquina de montagem processa 1,3 peças por segundo.

Figura 21 – Equipamento de estampagem de ferragem -  
Fabricante Biller



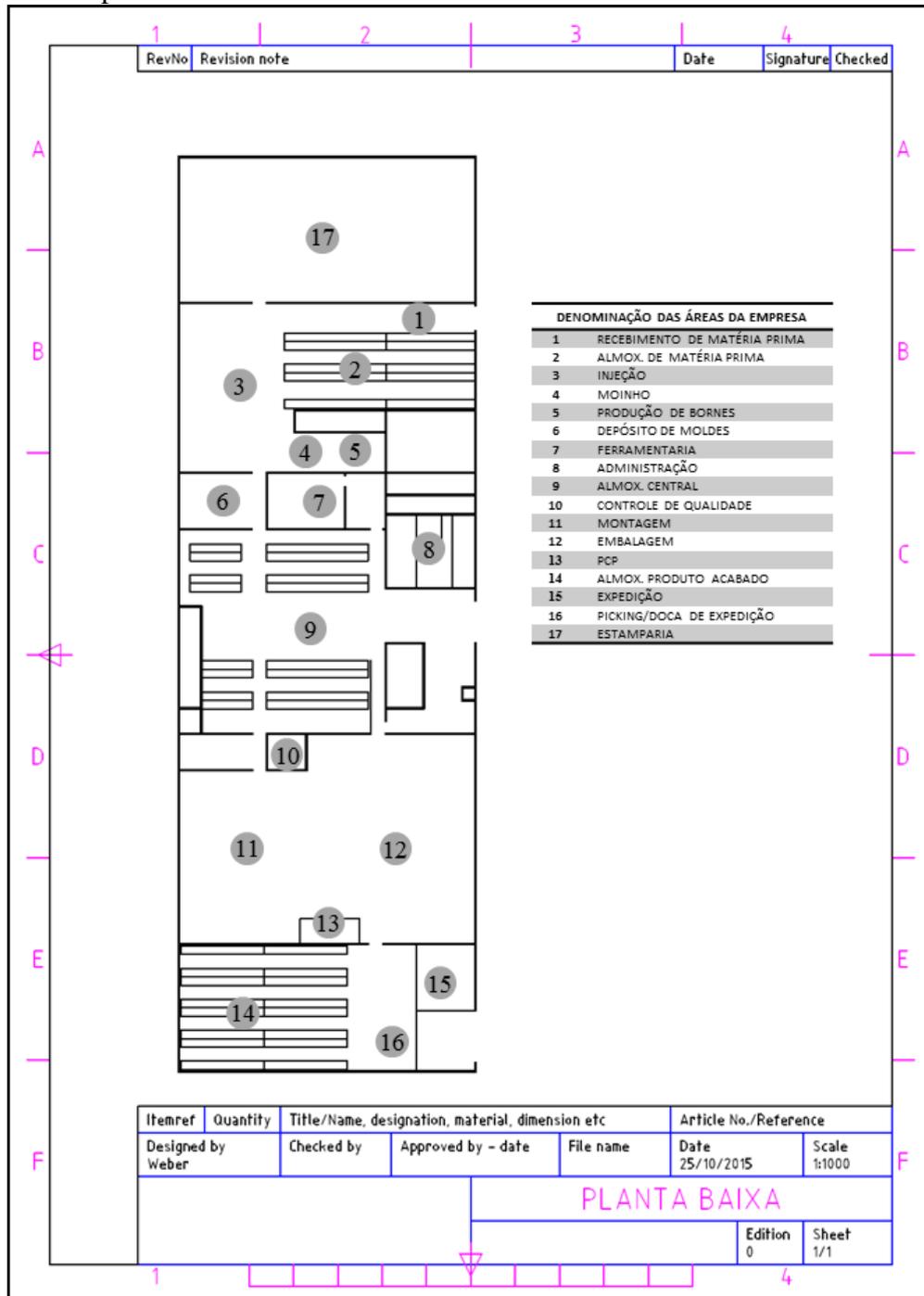
Fonte: ilustração elaborada pelo autor

Figura 22 – Máquina automatizada de montagem de terminal –  
Fabricante Norma Automação Ltda.



Fonte: ilustração elaborada pelo autor

Figura 23 – Planta de processo da Indústria Alpha com o novo setor de estamparia de terminais.



Fonte: Elaborado pelo autor

A opção de produzir os terminais internamente em sua planta industrial além de reduzir os fluxos de transporte e o *lead time*, eliminou também o enorme fluxo de informações entre o PCP da Alpha e as empresas fornecedoras (Metalúrgica Beta e Montadora Gama). Na nova configuração, o PCP controla o fluxo de ordem de produção para

a embalagem e acompanha a estampa. Estes controles deverão ser substituído por *kanban*, como mostra o E-VSM no estado futuro na Figura 20.

Por se tratar de uma implantação recente na empresa, os níveis de estoques ainda estão elevados para garantir o abastecimento dos processos sem interrupções, mas tenderão à redução em alguns meses, frente a utilização do *kanban* como ferramenta de produção. Até a conclusão do estudo, o *lead time* da Alpha atingiu o patamar, aproximado, de 22 dias.

Além da redução nas conexões de transporte e nos fluxos de informações ao longo dos processos de fabricação e montagem dos terminais, outra mudança importante foi realizada no setor de montagem de tomadas e interruptores: a substituição do modelo de produção em linha de montagem para o modelo tipo célula de produção.

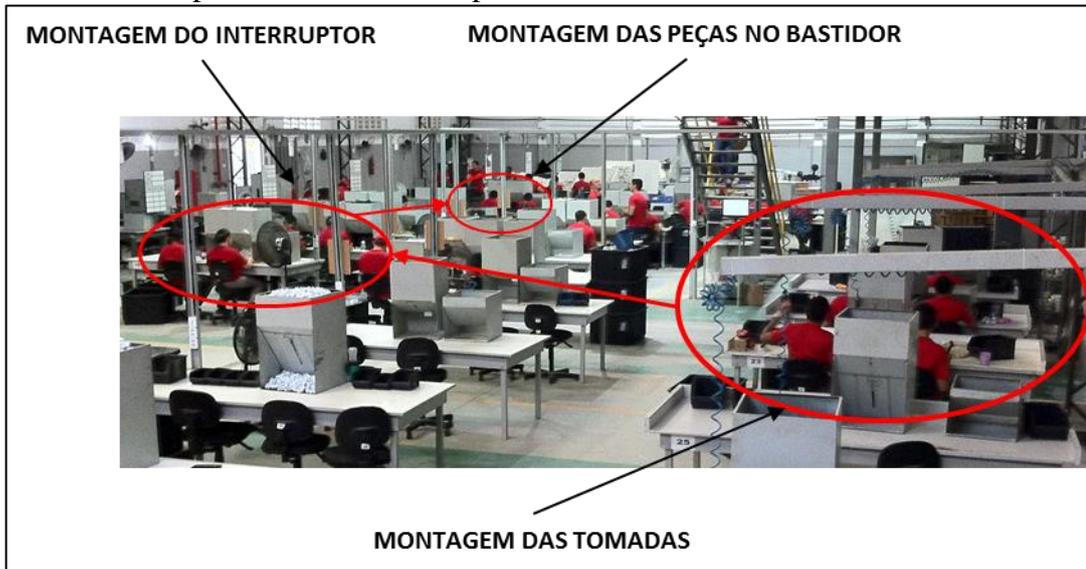
Os processos de montagem de tomadas e interruptores, no mapa de estado atual da Figura 19, eram isolados em linhas de montagem independentes. As tomadas eram montadas, completamente, na planta da Alpha enquanto os interruptores eram montados, em parte na Montadora Gama e finalizados na planta da Alpha. Após a conclusão dos lotes, as tomadas e os interruptores semiacabados eram transportados para outras linhas de montagem, onde eram conectados aos bastidores, conforme apresentado na Figura 24, para a montagem do produto interruptor duplo com uma tomada. O transporte das peças até as linhas de montagem dos bastidores é mostrado na Figura 25.

Figura 24 – Etapas de montagem do produto interruptor duplo com uma tomada



Fonte: ilustração elaborada pelo autor.

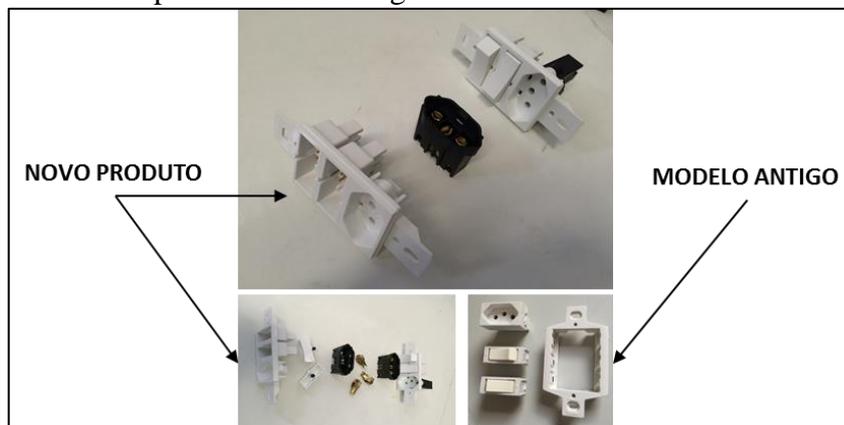
Figura 25 – Transporte de tomadas e interruptores até as mesas de montagem de bastidores na planta da Indústria Alpha



Fonte: ilustração elaborada pelo autor

Ao ser identificado no mapa de fluxo de valor estendido atual os desperdícios nos processos de montagem daquele produto, a Indústria Alpha iniciou um trabalho de revisão completa na produção do item. Foi reformulado o projeto do produto pensando numa montagem *lean* e elaborado um novo *layout* para Setor de Montagem. A Figura 26 mostra o produto novo que foi projetado em uma única peça, com o bastidor, o interruptor e a tomada no mesmo molde, eliminando a atividade de conexão de partes ao bastidor e possibilitando a montagem em célula, o que elimina as movimentações e transportes. O *layout* celular é mostrado na Figura 27.

Figura 26 – Novo produto desenvolvido – reformulação sobre a plataforma do antigo.



Fonte: ilustração elaborada pelo autor

Figura 27 – Layout do Setor de Montagem



**CÉLULAS DE PRODUÇÃO  
MONTADAS**

Fonte: ilustração elaborada pelo autor

Com o novo projeto do produto e a nova configuração de *layout*, foi possível produzir 7.971 unidades por dia e por célula de produção com 6 pessoas, quase duplicando a capacidade produtiva, antes estimada em 3998 unidades/dia/6 pessoas.

A célula de produção padrão projetada para este produto é composta por seis funcionários polivalentes, que se alternam entre os postos de trabalho numa ordem predefinida. Para o atendimento da demanda exigida pelo cliente (844 caixas com 25 unidades) são necessários 13 dias de produção com uma célula de montagem padrão. Isto gerou uma redução de funcionários dedicados a fabricação deste produto específico, de 14 funcionários para 6, direcionando o excedente para outras atividades laborais.

Os resultados alcançados foram expressivos em termos de produção, organização fabril, fluxos de informações e produtividade. A indústria Alpha, no início do estudo, contava com 73 funcionários no total para o Setor de Montagem; com a implantação do *layout*, das células de produção e das metas de produção o número foi reduzido para 41 e a produção global ampliada em mais de 14%, considerando, também, as outras linhas de produto que não estão sendo analisadas no E-VSM. Os ganhos são atribuídos à eliminação dos transportes, das esperas e das infundáveis informações descoordenadas.

Apesar dos resultados logrados, a implantação da logística *lean* possui amplitude sistêmica e exige a eliminação de desperdício na cadeia de suprimentos, o que não foi percebido no estudo. No entanto, segundo o gestor de PCP da Indústria Alpha, o cliente

Armazém Distribuidor já sinalizou em contribuir com o processo de desenvolvimento de um sistema informatizado de transmissão de pedidos direto dos consumidores para os bancos de dados das duas empresas, com o objetivo de eliminar as previsões de demanda e otimizar o sequenciamento da produção. Não obstante, ainda não há previsão de implantação de processo de agendamento das entregas.

A Siderúrgica Sigma não mostrou interesse em colaborar com os trabalhos de melhorias e implantações, permanecendo com a relação comercial tradicional. A Montadora Gama e a Metalúrgica Beta continuam como fornecedores de outros itens. Ambas, passaram a alinhar suas estratégias à cadeia de suprimentos da Alpha, analisando os fluxos dos itens que ainda fornecem.

Então, os resultados alcançados com os cenários de melhorias implantados convergem para o atendimento de alguns objetivos específicos do trabalho. Com esta etapa concluída deu-se início à produção do relatório final, que consubstancia as conclusões do estudo.

#### ***5.4.2 Etapa 9 - Elaborar relatório com as conclusões do estudo***

A etapa 9 foi criada para que os resultados do estudo pudessem ser apresentados à comunidade acadêmica e empresarial de forma clara e objetiva. Foram percorridas quatro fases e nove etapas até se conseguir verificar dados concretos de melhorias na cadeia de suprimento da empresa Alpha.

Desde o momento da coleta de dados, nas plantas das empresas, até o momento da tabulação e análise foram necessários 18 meses de estudo, sendo 117 dias exclusivos de coleta e análise dados, o que culminou no presente texto da dissertação.

Portanto, esta etapa corresponde ao momento de produção textual, com o uso dos dados, análises e resultados alcançados.

## 6 CONCLUSÕES

A otimização dos processos na cadeia de suprimentos tem sido cada vez mais estratégica para as empresas em todo o mundo. “A logística eficiente conecta as pessoas e as empresas a mercados e oportunidades, bem como, ajuda a alcançar níveis mais elevados de produtividade e satisfação” afirmou Anabel González, diretora *senior* no *World Bank Group* no prefácio da edição 2016 do *Connecting to Compete: the logistics performance index and its indicators*, relatório do Banco Mundial que mostra, entre outros, um *ranking*, de desempenho logístico com 160 nações, considerando seis indicadores: a eficiência das alfândegas e da gestão das fronteiras; a qualidade da infraestrutura de comércio e transportes; a facilidade de organizar embarques a preços competitivos; a competência e a qualidade dos serviços de logística; a capacidade de controlar e rastrear as remessas; e a frequência com que as remessas chegam aos consignatários dentro de prazos de entrega programados ou esperados (Arvis *et al.*, 2016, p. 5-18).

Para manter ou buscar a eficiência logística, as organizações necessitam excluir de seus processos todos os desperdícios; transporte desnecessários, embarques e desembarques desnecessários, esperas entre outros, portanto, este trabalho atuou na temática da eficiência da cadeia de suprimentos, apresentando a problemática da identificação de desperdícios nos processos que interligam os participantes de uma cadeia de suprimentos e considerando a aplicação de uma ferramenta enxuta, o E-VSM, como mecanismo capaz de identificar tais desperdícios e, promover uma análise, bem como ações para a eliminação daqueles entraves.

### 6.1 Principais conclusões do estudo

O estudo foi aplicado na cadeia de uma indústria do segmento de materiais elétricos localizada no município de Maracanaú/Ce. Para sua consecução foram selecionados cinco participantes e coletados dados sobre os processos que conectam as empresas. Também, foram analisados os dados dos processos internos das plantas ao longo da cadeia. As empresas selecionadas foram duas indústrias, duas prestadoras de serviços e uma empresa atacadista de materiais de construção.

Para a elaboração do estudo foi selecionado um componente estratégico para a fabricação dos produtos da cadeia, o terminal da tomada, que teve seu fluxo acompanhado desde a matéria-prima até o depósito do atacadista. A metodologia aplicada ao trabalho se apoiou nos pilares recomendados por Jones e Womack (2004, p. 1-42), (FORZA, 2002;

CROOM, 2005; SOUZA, 2005 *apud* MIGUEL, 2012, p. 134) e Casseiro (2007, p. 66-84), o que proporcionou a estruturação de um método proposto, específico para este estudo de caso, dividido em quatro fases e nove etapas.

Com a aplicação do método proposto foi possível evidenciar alguns resultados. O primeiro resultado foi o alcance do objetivo geral do estudo: os desperdícios na cadeia de suprimentos foram identificados com a aplicação do E-VSM, mesmo sendo, a empresa âncora, inexperiente na utilização de ferramentas do pensamento enxuto, fato que tem direcionado resultados opostos expostos na literatura. A elaboração dos mapas no estado atual e futuro puderam subsidiar a análise da cadeia, apontar alguns desperdícios e proporcionar a projeção de cenários futuros com as implantações das melhorias.

Os desperdícios identificados no estudo foram:

- espera na fila para descarregar no Cliente;
- fila de pedidos aguardando autorização e processamento na Alpha e na Sigma;
- fila de ordens de produção no setor de montagem;
- espera para fabricação de lotes na Metalúrgica Beta e na Montadora Gama;
- transporte entre firmas de material para a fabricação do terminal até o Almoxarifado da Indústria Alpha;
- elevado *lead-time* na fabricação;
- e Excesso de estoque de matérias-primas, produtos em processo e produtos acabados.

O E-VSM futuro elaborado mostrou que a eliminação dos desperdícios identificados no estudo é capaz de contribuir significativamente para a melhoria da cadeia de suprimentos da Indústria Alpha. O maior impacto foi na redução do *lead time*, que reduziu de 52,73 dias para 10,9, um decréscimo de mais de 80%. O número de atividades ao longo da cadeia, desde o fornecedor até o cliente também caiu, de 84 para 46. O tempo de permanência do produto em estudo (terminal da tomada) nas plantas da cadeia obteve outra redução impactante, passando de 42,29 dias para menos de 1 dia (0,736 dias).

Em contrapartida, alguns desperdícios, apesar de serem reconhecidos na cadeia como de elevado impacto, não puderam ser eliminados totalmente, como foi o caso do transporte entre firmas, que foi medido no mapa atual como sendo de 10,44 dias e no mapa futuro 10,04 dias, um decaimento insignificante para o processo.

## 6.2 Limitações do estudo

Apesar dos resultados positivos o estudo apresentou algumas limitações. A primeira delas tem relação com a cultura organizacional da empresa âncora e com a baixa confiança nos relacionamentos entre os participantes da cadeia de suprimentos, o que comprometeu, principalmente, a coleta de dados. A Siderúrgica Sigma, por exemplo, não demonstrou comprometimento e, tampouco, forneceu acesso às informações de produção e estoque de latão. As informações se limitaram aos dados de remessa de latão, o que obrigou a análise a partir da expedição. O Cliente Distribuidor não permitiu o registro, em imagens, dos estoques e a coleta de dados em sua área de *picking* e expedição. A Montadora Gama e a Metalúrgica Beta não possuíam dados de produção e pessoas capazes de contribuir para a redução do desperdício, causa motivadora da aquisição de equipamentos que substituíssem tais fornecedores. Pakdil e Leonard (2015, p. 736) afirmam que existe certo paralelo entre a cultura organizacional e a implantação da abordagem *lean*, o que pode explicar a limitação encontrada.

Outro aspecto que impactou os resultados foi a ausência de dados de custos que pudessem representar os ganhos com as melhorias implementadas. As empresas da cadeia não possuem um sistema de custeio que expressasse o impacto das despesas sobre suas atividades como é o caso do custeio baseado em atividades. Entre os sistemas de custeio utilizados nas organizações em estudo prevaleceu o custeio por absorção e com apoio do *target cost* (custo-meta), utilizado pela Indústria Alpha. Bornia *et al.*, (2015, p. 15) aponta haver participação dos sistemas de custeio modernos, ABC, Target Costing entre outros, no sucesso da implantação da abordagem *lean*.

## 6.3 Principais conclusões do estudo

Um resultado, indireto, que talvez possa ser extraído deste estudo, é a relação entre as ações implantadas e o ponto da cadeia de suprimentos onde aquelas atuaram. Percebe-se que as ações atuaram, em sua maioria, eliminando desperdícios na logística *in bound*. Prajogo, Oke e Olhager (2015, p. 232) afirmaram existir uma correlação direta entre as duas variáveis e Junior e Takeuchi (2013, p. 67), explicam que implantação da logística *lean* iniciada pelo *in bound*, proporciona menores impactos na relação entre firmas e é uma das opções prioritárias das empresas. Quando indagados da escolha pela logística *in bound*, os

gestores da Alpha afirmaram ser, a opção escolhida, mais fácil de controlar e capaz de proporcionar exemplo para os demais participantes.

A decisão por ações no *in bound* resultou na eliminação dos dois fornecedores de terminais da tomada e a ampliação da área de produção para acomodar duas máquinas de produção de terminais. O passo inicial para produzir internamente os terminais proporcionou a eliminação de estoques e reduziu movimentações entre firmas, impulsionando o início da mudança para um sistema de produção puxada, que até a conclusão do trabalho não havia sido implantado.

Guerreiro e Soutes (2013, p. 194), ao questionarem 97 companhias listadas no caderno Maiores e Melhores da revista Exame do ano de 2009, identificaram que as empresas da amostra valorizavam as iniciativas de Gestão Baseada no Tempo e que estas constituíam um “quesito importante para atuar em um ambiente cada vez mais competitivo”. Portanto, recomenda-se, para novos estudos, pesquisar o potencial de implantação da abordagem *lean* na cadeia de suprimentos entre as empresas cearenses e investigar sua relação com a cultura regional.

Em suma, todos os objetivos do trabalho foram alcançados, mesmo com as limitações impostas pelos participantes da cadeia, em especial àquelas relacionadas à cultura organizacional e à confiança entre firmas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais e publicações**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

ARVIS, Jean-François *et al.* **Connecting to Compete 2014: Trade Logistics in the Global Economy**. World Bank, United States. 2014. Disponível em:< <http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Trade/LPI2014.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016

\_\_\_\_\_, Jean-François *et al.* **Connecting to Compete 2015: Trade Logistics in the Global Economy**. World Bank. United States. 2016. Disponível em:< <http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Trade/LPI2014.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016

BAÑOLAS, Rogério G. **O kaizen na Logística**. 2011a. Disponível em: <<http://www.prolean.com.br/wp-content/uploads/2011/12/4.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2015.

\_\_\_\_\_, **Logística Enxuta: alguns conceitos básicos**. 2011b. Disponível em: <<http://www.prolean.com.br/wp-content/uploads/2011/12/72.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2015.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: BOOKMAN, 2006.

BATTAGLIA, Bruno. **Agronegócio: solo fértil para o pensamento lean**. Disponível em:< [http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo\\_236.pdf](http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_236.pdf)>. Acesso em: 18 jul. 2016.

BORNIA, Antonio Cezar *et al.* Revisão sistemática da literatura sobre os métodos de custeio na abordagem enxuta *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 35., Fortaleza. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2015. Disponível em:< [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_208\\_234\\_26471.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_208_234_26471.pdf)>. Acesso em: 1 mar 2016.

BOUTHILLON, John. **When your gemba is a construction site**. 2016. Disponível em:<<http://planet-lean.com/a-gemba-story-to-study-lean-thinking-in-construction>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. Porto Alegre: BOOKMAN, 2006.

CASSEMIRO, Fausto Ricardo K. **Modelo para implementação do processo de disseminação da manufatura enxuta na cadeia de suprimento**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CONFORTO, Edivandro, C.; AMARAL, Daniel C.; SILVA, Sérgio Luis da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO*, 8., 2011, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: CBGDP, 2011. Disponível em:< <http://www.ufrgs.br/cbgdp2011/downloads/9149.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONAL. 2015. **Glossary of Terms**. Não Paginado. Disponível em: <[https://cscmp.org/sites/default/files/useruploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf?utm\\_source=cscmpsite&utm\\_medium=clicklinks&utm\\_content=glossary&utm\\_campaign=GlossaryPDF](https://cscmp.org/sites/default/files/useruploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf?utm_source=cscmpsite&utm_medium=clicklinks&utm_content=glossary&utm_campaign=GlossaryPDF)>. Acesso em: 10 mar. 2015.

COYLE, Jonh J.; RUAMSOOK, Kusumal. T=MIC<sup>2</sup>: Game-changing trends and supply chain's "new normal". **CSCM's Supply Chain Quarterley**, Massachusetts, v. 8, n. 4, p. 22-29, set. 2014.

DAVE, Yash; SOHANI, Nagendra. Single Minute Exchange of Die: Literature Review. **International Journal of Lean Thinking**. v. 3. 2012. Disponível em:< [http://thinkinglean.com/img/files/PAPER\\_3.pdf](http://thinkinglean.com/img/files/PAPER_3.pdf)>. Acesso em: 18 jul. 2016.

EKICI, S. Önsel; KABAK, Özgür; ÜLENGI, Füsün. Linking to compete: logistics and global competitiveness interaction. 2016. **Transport Policy Journal**. Turkey. v. 48. p. 117-128. Disponível em:< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X1630021X>>. Acesso em: 1 jun. 2016

FERREIRA, Julianelli Leonardo. **Importância dos aspectos culturais para a gestão integrada da cadeia de suprimentos**. ILOS. São Paulo, 2014. Disponível em:< <http://www.ilos.com.br/web/importancia-dos-aspectos-culturais-para-a-gestao-integrada-da-cadeia-de-suprimentos/>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

FETTERMAN, Diego de C.; SILVA, Glauco G. M. P. da; TORTORELLA, Guilherme L. (org.) *In*: CONGRESSO DE SISTEMAS LEAN, 5., 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS/PPGEP, 2015. v. 1, 784 p.

FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: ATLAS, 2013.

GANGA, Gilberto Miller Devós. **Trabalho de conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma**. São Paulo: Atlas, 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: ATLAS, 2010.

GUERREIRO, Reinaldo; SOUTES, Olesczuk Dione. Práticas de Gestão Baseada no Tempo: um Estudo em Empresas no Brasil. **Revista Contabilidade & Finanças**. São Paulo. v. 24, n. 63, set-dez, 2013, p. 181-194. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257129396002>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

HOFSTEDE, Geert H. **Culture's Consequences: Comparing values, Behaviors, Institutions, and Organizations across nations**. 2. ed. California: SAGE PUBLICATIONS, 2001. Disponível em:< [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=w6z18LJ\\_1VsC&oi=fnd&pg=PR15&dq=Culture%20%80%99s+Consequences:+comparing+values,+behaviors,+institutions,+and+organizations+across+nations&ots=x6fABeEyd4&sig=yujbl3aw8qMRrhwhS4GRvg3mjaU#v=onepage&q=Culture%20%80%99s%20Consequences%3A%20comparing%20values%2C%20behaviors%2C%20institutions%2C%20and%20organizations%20across%20nations&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=w6z18LJ_1VsC&oi=fnd&pg=PR15&dq=Culture%20%80%99s+Consequences:+comparing+values,+behaviors,+institutions,+and+organizations+across+nations&ots=x6fABeEyd4&sig=yujbl3aw8qMRrhwhS4GRvg3mjaU#v=onepage&q=Culture%20%80%99s%20Consequences%3A%20comparing%20values%2C%20behaviors%2C%20institutions%2C%20and%20organizations%20across%20nations&f=false)>. Acesso em: 01 jul. 2016

JINA, Jay; BHATTACHARYA, A. K.; WALTON, Andrew D. Applying lean principles for high product variety and low volumes: some issues and propositions, **Logistics Information Management**, UK, v. 10, p. 5-13. 1997. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/09576059710159655>>. Acesso em: 29 abr. 2016.

JONES, Daniel T; WOMACK, James P. **Enxergando o todo**: mapeando o fluxo de valor estendido. São Paulo: LEAN INSTITUTE BRASIL, 2004.

JUNIOR, Alvair Silveira T.; TAKEUCHI, Nelson. Logística lean inbound: uma estratégia de integração das cadeias de suprimentos. **Revista mundo logística**. Paraná, v. 34, p. 66-77, jan./fev. 2013

KRAFSIK, John F. Triumph of the production system. 1988. **Sloan Management review**. United States, v. 30, n. 1. p.41-52. Disponível em: <[http://www.lean.org/downloads/MIT\\_Sloan.pdf](http://www.lean.org/downloads/MIT_Sloan.pdf)>. Acesso em: 1 jun. 2016.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7 ed. São Paulo: ATLAS, 2010

LEAN INSTITUTE BRASIL, 2015. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/conceitos/72/mapeamento-do-fluxo-de-valor-%28vsm%29---estado-atual-e-futuro.aspx>>. Acesso em: 28 fev. 2016.

\_\_\_\_\_, 2012. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/426/logistica-lean-exemplos-apresentados-no-lean-summit-2010.aspx>>. Acesso em: 28 fev. 2016.

MARTINS, Roberto A.; MELLO, Carlos H. P.; TURRIONI, João B. **Guia para elaboração de monografias e TCC em engenharia de produção**. São Paulo: ATLAS, 2014.

MICHAELIS. **Dicionário Escolar Inglês**, São Paulo: MELHORAMENTOS, 2001.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2 ed. Rio do Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

MOREIRA, Sónia P. da Silva; **Aplicação das ferramentas lean**: Caso de estudo. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2011.

MOURA, Reinaldo Aparecido. **Manual de Logística**: armazenagem e distribuição física. 3. ed. São Paulo: IMAM, v. 2. 1992.

NEESE, Marty. **Lean makes our economy more responsible – the SunPower story**. 2016. Disponível em: <<http://planet-lean.com/lean-makes-our-economy-more-responsible-%E2%80%93-the-sunpower-story>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

NISHIDA, Lando. **Atitudes essenciais para a melhoria**. Lean Institute Brasil. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/170/atitudes-essenciais-para-a-melhoria.aspx>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: BOOKMAN, 2004

ORTIZ, Chris A. **Kaizen e implementação de eventos kaizen.** Porto Alegre: Bookmam, 2010.

PAKDIL, Fatma; LEONARD, Karen M. The effect of organizational culture on implementing and sustaining lean processes. **Journal of technology management manufacture.** Arkansas: v. 26 n. 5, p.725-743. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1108/JMTM-08-2013-0112>>. Acesso em: 29 mai. 2016.

PRAJOGO, Daniel; OKE, Adegoke; OLHAGER, J. Supply chain processes, **International Journal of Operations & Production Management**, Austrália, v. 36, p. 220–238. 2015. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1108/IJOPM-03-2014-0129>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

PICCHI, Flávio; THOMPSON, Christopher. **Improving the information value stream.** 2016. Disponível em:<<http://planet-lean.com/the-information-value-stream-analysing-the-state-of-lean-it>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

RESENDE, Paulo Tarso V. de.; SOUSA, Paulo R. de. **Custos logísticos no Brasil 2014.** São Paulo: Fundação Dom Cabral, 2014. Disponível em:< <http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2014/10/Custos-Logisticos-no-Brasil-Relatorio-Final-Imprensa.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2015.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SANTOS, Fábio L. A confiança interfirma nos processos de negócio da cadeia de suprimentos: um estudo multicaso. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 35., Fortaleza. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2015. Disponível em:< [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_206\\_222\\_28172.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_222_28172.pdf)>. Acesso em: 1 jun. 2016.

SAURIN, Tarcísio A. Lean em sistemas sócio-técnicos complexos *In: Congresso de Sistemas LEAN*, 5., 2015, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFRGS/PPGEP, 2015. p. 7-8. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/congressolean/artigos-cases/anais>>. Acesso em: 30 mai. 2016.

THOUSSAINT, John. **The Lowdown lean healthcare.** 2016. Disponível em:< <http://planet-lean.com/john-toussaint-on-lean-thinking-in-healthcare>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

TORTORELLA, Guilherme L.; MARODIN, Giuliano A.; SAURIN, Tarcísio A. (org.) *In: CONGRESSO DE SISTEMAS LEAN*, 4., 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS/PPGEP, 2014. 784 p.

TOYOTA COMPANY. **Just-in-time: philosophy of complete elimination of waste.** 2015. Disponível em:< [http://www.toyota-global.com/company/vision\\_philosophy/toyota\\_production\\_system/just-in-time.html](http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html)>. Acesso em: 5 jan. 2016.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção.** 2. ed. São Paulo: ATLAS, 2008.

WANKE, Peter. **A importância das alianças logísticas como estratégias competitivas**. 1996. Disponível em: < <http://artigos.livrosdelogistica.com.br/Artigo11.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **A Máquina que mudou o mundo**. Tradução de Ivo Korytowski. 11. ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2004.

\_\_\_\_\_, James; KRAFSIK, John F. **Vinte e cinco anos de lean**. Lean Institute Brasil. São Paulo, 2013. Disponível em:< <http://www.lean.org.br/artigos/248/vinte-e-cinco-anos-de-lean.aspx>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

\_\_\_\_\_, Jim. **A visit to a lean farm**. 2016. Disponível em:< <http://planet-lean.com/the-future-of-agriculture-jim-womack-visits-a-lean-farm>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

**APÊNDICE A – LEGENDA DOS ÍCONES UTILIZADOS NOS MAPAS DE FLUXO DE VALOR ESTENDIDO NOS ESTADOS ATUAL E FUTURO**

