

ESTUDO DE MERCADO PARA MELHORIAS NO FORNECIMENTO DE PEÇAS PLÁSTICAS INJETADAS POR MEIO DE METODOLOGIAS DE STRATEGIC SOURCING INITIATIVE (SSI)**MARKET STUDY FOR IMPROVEMENTS IN THE SUPPLY OF INJECTED PLASTIC PARTS THROUGH STRATEGIC SOURCING INITIATIVE (SSI) METHODOLOGIES**

171

Murilo Silveira Mello¹, Jefferson de Souza Pinto²

1- Graduado em Engenharia Mecânica, pela Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas (FEM/UNICAMP); 2- Doutor em Engenharia Mecânica, pela Universidade Estadual de Campinas –UNICAMP, pesquisador da FEM/UNICAMP e docente do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), campus Bragança Paulista.

Contato: jeffsouzap@ifsp.edu.br**RESUMO**

Empresas buscam continuamente a melhoria de seus processos por meio de sistemas produtivos que diminuam seus desperdícios e reduzam seus custos. A seleção estratégica de fornecedores é requisito fundamental para que o produto final ou o serviço oferecido alcance o custo mais competitivo e possua índices de qualidade aceitáveis pelo projeto. Após a análise do processo de injeção plástica, solda e teste de estanqueidade em tanques de lavadoras da empresa, verificou-se a possibilidade da otimização da cadeia de suprimentos e logística por meio da externalização de serviços internos para os *colocations*, fornecedores localizados dentro da planta. Desta forma, métodos de *Strategic Sourcing* (estratégia de abastecimento) e princípios do *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta) foram abordados em um estudo de movimentação de máquinas para a externalização dos processos de solda e teste de estanqueidade para os *colocations*. O trabalho proposto avalia os impactos das movimentações tanto tecnicamente como financeiramente. A análise técnica busca definir toda a estruturação do layout associado aos requisitos logísticos e todas as potenciais falhas e seus efeitos no processo com a utilização da ferramenta do FMEA (*Failure Model and Effects Analysis*). O impacto em custos é analisado por meio da cotação enviada pelo fornecedor após a aplicação de um RFQ (*Request for Quotation*) e por meio da análise geral de todos preços e investimentos necessários para a concretização do projeto. O trabalho de graduação busca uma abordagem qualitativa tendo como estratégia a pesquisa bibliográfica e documental de um estudo de caso com objetivo exploratório. De forma conclusiva, o trabalho propõe uma análise de custos para um projeto de movimentação de máquinas associadas ao processo de injeção plástica por meio da seleção estratégica de fornecedores.

Palavras-Chave: *Strategic Sourcing*. *Lean*. Injeção. Suprimentos.**ABSTRACT**

Companies continually strive to improve their processes through productive systems that reduce their waste and costs. Strategic selection of suppliers is a fundamental requirement for end products or services to reach the most competitive cost and to attend acceptable quality standards in the project. After analyzing the process of plastic injection, welding and sealing tests in tanks of washers in the company, the possibility of supply chain and logistics optimization was verified through the outsourcing of internal services to the *colocations*, suppliers located within the plant. Thus, Strategic Sourcing methods and Lean Manufacturing principles were applied in a machine movement study for the outsourcing of welding processes and sealing tests in the *colocations*. The proposed work evaluates the impacts of the movements technically and financially. The technical analysis seeks to define the entire layout structure associated with the logistics requirements and all potential failures and their effects on the process through the use of Failure Model and Effects Analysis (FMEA) tool. The impact on costs is analyzed through the quotation sent by the supplier after the application of a Request for Quotation (RFQ) and through the general analysis of all prices and investments applied to conclude the project. The undergraduate work seeks a qualitative approach based on bibliographic and documentary researches of a case study with an exploratory objective. In conclusion, the work proposes a cost analysis for a machine movement project associated with the plastic injection process through strategic selection of suppliers.

Key Words: *Strategic Sourcing*. *Lean*. Injection. Procurement.

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho propõe-se aplicar métodos de *Strategic Sourcing* (estratégia de abastecimento) e princípios do *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta) em um estudo de fornecimento de matérias primas manufaturadas em processos de injeção plástica de uma empresa multinacional do setor de eletrodomésticos. A motivação deste trabalho se baseia na necessidade das empresas em possuírem fornecedores mais confiáveis que ofertem não apenas com menores custos, mas também com qualidade e atendimento dos prazos no processo logístico.

172

1.1 Contexto e Justificativa

Segundo a ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria do Plástico) (2006), desde o ano 2000 o setor industrial de transformação de material plástico no Brasil tem apresentado crescimento. O número de empresas aumentou de 6.879 e atingiu o número de 8.523 no ano de 2005 (CALADO, 2006). O mercado de moldagem por injeção de plástico alcançará aproximadamente \$162 bilhões de dólares até 2020, de acordo com um relatório publicado em 2018 de Oportunidades de Mercado de Plásticos Moldados por Injeção da Allied Market Research, uma companhia de consultoria pesquisa de mercado localizada nos Estados Unidos.

A moldagem por injeção de plástico é um processo de fabricação que possui baixos custos de mão-de-obra, produção mínima de resíduos, eficiência no tempo e retorno do investimento. Além disto, está presente nos mais diversos mercados, incluindo eletrônicos, peças de automóveis, eletrodomésticos, utensílios domésticos, entre outros. A participação de peças plásticas compõe uma parcela do custo total do produto final e influenciam consideravelmente no orçamento do consumidor.

Segundo SEBRAE (2015), o consumidor busca encontrar no produto ou serviço adquirido alguns fatores, como por exemplo: boa aparência, confiança, segurança e durabilidade. Porém, quando a percepção do valor e da utilidade do produto para o consumidor é superior ao preço definido pelo fornecedor a venda do produto se torna mais facilitada. Ou seja, alavancar as reduções de custos e aumentar a qualidade é um grande desafio que pode e deve ser alcançado.

Estudar o processo de injeção plástica possui uma relevância para a compreensão dos custos de uma peça plástica. Com inúmeras variáveis, os custos para o desenvolvimento do produto plástico, sem qualquer entendimento dos parâmetros e do comportamento da peça durante a fabricação, tornam-se proibitivos. Assim, estabelecer uma base de dados com informações apropriadas auxiliará na determinação de direcionadores de custos e oportunidades. Informações relevantes do processo produtivo de injeção plástica podem orientar o estudo do caso, como por exemplo: tempo de ciclo de injeção, número de cavidades por molde, tonelagem de máquina (força de fechamento), tipos de bico de injeção, tipos e propriedades das resinas, especificações e requisitos técnicos.

Como técnica para a otimização dos custos, a aplicação dos conceitos de manufatura enxuta se destacam neste contexto. Os conceitos de manufatura enxuta podem ser implementados para a melhoria dos resultados de uma organização objetivando a redução de desperdícios, sendo estabelecido como meta, a redução de custo por meio da eliminação das perdas, especialmente a perda por superprodução (VIEIRA; FARIA 2011).

173

O intuito de utilizar tais conceitos no processo de injeção plástica se baseia no contexto de buscar melhorias nos tempos de ciclo e identificar fatores chave que afetam os subprocessos, como por exemplo fechamento do molde, dosagem, preenchimento, recalque, resfriamento e extração.

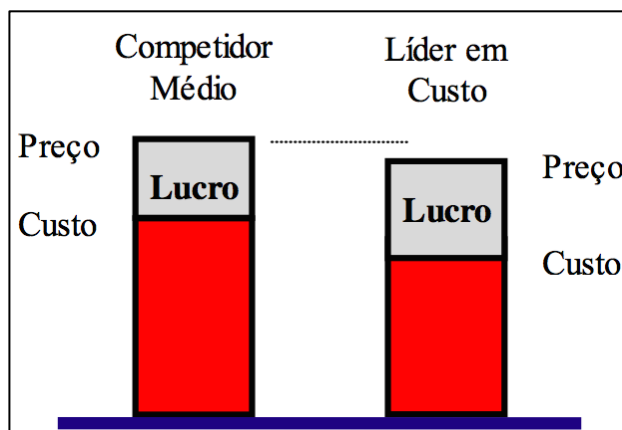
Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), a evolução dos processos, vista a partir da essência da engenharia de produção, é baseada em algumas etapas. Como exemplo destas etapas temos a busca por melhorias nas operações, a otimização dos subprocessos por meio da eliminação dos desperdícios, a incorporação de ferramentas, a sistematização de tarefas para gerir as operações, a melhoria da qualidade dos produtos e serviços e a estabilização dos processos.

De acordo com Paim et al. (2009), para combater desperdícios e melhorar níveis de produtividade, um conjunto de técnicas foram desenvolvidas pelos fundadores da Toyota que passaram a compor a filosofia de produção conhecida como Just in Time (JIT). As etapas do processo de injeção influenciam em dois grandes parâmetros da filosofia do Just in Time: a Produtividade e a Qualidade. Esses parâmetros influenciam diretamente os indicadores de custo do processo e estão alinhados nos conceitos de redução dos desperdícios que redundam em aumento de lead time e dos custos de fabricação do produto (ALVES, 1995).

O estudo dos planos de redução de custo pelas metodologias da manufatura enxuta tem como objetivo alinhar com os fornecedores o real custo do produto plástico. Para isto, a gestão estratégica dos custos visa compreender a cadeia de valor como um todo para apontar possíveis ganhos de oportunidades e reduções de custos. Estas análises de custo fazem com que cliente e fornecedores, que são pertencentes a uma mesma cadeia produtiva, definam uma relação de negociação e maturação da processo produtivo (SILVA, 1999). De acordo com Porter (1992), a estratégia de liderança em custos, por meio, por exemplo, do gerenciamento de custos mais baixos, maior qualidade e produção em grandes quantidades, visa obter vantagens com ofertas de custos mais competitivas entre os fornecedores concorrentes da cadeia de valor do produto plástico.

Como fonte destes caminhos estratégicos, os conceitos de *Strategic Sourcing* visam a procura dos líderes de custo, como mostrado na Figura 1, mas também objetivam ter novas oportunidades de negociação com seus concorrentes para que se possam gerar maiores resultados baseados não somente em preço, como também em outras condições de fornecimento. No caso do processo de injeção plástica, entender a forma que cada fornecedor conduz a produção de uma certa família de peças plásticas, auxilia o negociador a ter um poder de negociação maior e agir com argumentos corretos baseados nos dados adquiridos e analisados anteriormente.

Figura 1. Líder de custo e competidor médio.



Fonte: ALVES (1995, p. 5).

De acordo com Engel (2004), o processo do fornecimento estratégico, também tratado com *Strategic Sourcing*, requer uma abordagem ou um método organizado que permita que a cadeia de suprimentos trabalhe sistematicamente e estrategicamente em áreas de gastos ou processos que possam resultar com benefícios na redução de custos.

A logística e a cadeia de suprimentos estão focadas na criação de valor em um produto de interesse direto da empresa e de seus fornecedores. A boa gestão da cadeia de suprimentos permite uma administração estratégica na agregação de valor e no desenvolvimento das funções de negócios de uma empresa, aperfeiçoando o desempenho a longo prazo por meio da contínua otimização de processos que compõem o ciclo completo da criação de valor e que contribuem para redução de custos de recursos diretos como também indiretos (BALLOU, 2007).

A justificativa deste trabalho baseia-se na implementação da melhoria contínua em um processo produtivo visando a redução de custos do produto final para o consumidor. Conceitos de *Lean Manufacturing* e *Strategic Sourcing*, por meio de uma gestão na cadeia de suprimentos, fornecerão informações sobre o processo produtivo e sobre seus fornecedores e ajudarão a definir estratégias de negociação baseados nos argumentos levantados para gerar questionamentos sobre o real custo de um determinado processo produtivo.

O gerenciamento da cadeia de suprimentos possui um foco estratégico para as empresas que buscam mitigar custos e melhorias na qualidade dos produtos para conquistar novos clientes e reconhecimento.

1.2 Problema de Pesquisa

O foco temático deste trabalho é baseado na aplicação de dois conceitos estratégicos no processo de injeção plástica para a otimização da cadeia de suprimentos de uma empresa de eletrodomésticos de linha branca localizada em Rio Claro – SP. A partir deste contexto se estabelece o seguinte problema de pesquisa: “Como aplicar os conceitos de *Lean*

Manufacturing e Strategic Sourcing em um processo de injeção plástica para melhoria no fornecimento de peças?”

175

1.3 Hipótese

A hipótese dos resultados para o problema de pesquisa é a comprovação de que a implantação dos conceitos mencionados contribui para aumentar a qualidade e a redução nos custos do fornecimento de peças. A fim de se entender a proposta de pesquisa será realizada a coleta de dados dos fornecedores de plásticos injetados por meio de visitas às fábricas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é implementar os conceitos de *Lean Manufacturing* e *Strategic Sourcing* no contexto de um processo de injeção plástica no intuito de verificar o impacto sobre os custos.

1.4.2 Objetivos Específicos

A partir do objetivo geral, estabelece-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Levantar os conceitos de *Lean Manufacturing* e suas ferramentas, bem como as maneiras de implementá-las em um processos de injeção plástica;
- b) Levantar os conceitos de *Strategic Sourcing* e compreender sua implementação para a elaboração de estratégias de negociação;
- c) Mapear os processos de fabricação e definir as variáveis de seus subprocessos, as influências sobre o custo da peça, bem como analisar as máquinas utilizadas;
- d) Propor uma estratégia de negociação após a análise e discussão das informações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico é apresentada a literatura dos conceitos mencionados nos tópicos anteriores da introdução. Como exemplificação teremos a explicação dos conceitos de *Lean Manufacturing*, *Strategic Sourcing Initiative*, cadeia de suprimentos e logística como também conceitos técnicos sobre o processo de injeção plástica.

2.1 *Lean Manufacturing*

O Sistema Toyota de Produção, também conhecido como *lean manufacturing* ou *lean production*, surgiu no Japão como alternativa após ser constatado que o sistema Ford não era o mais correto para a produção em massa de produtos (TEIXEIRA, 2015).

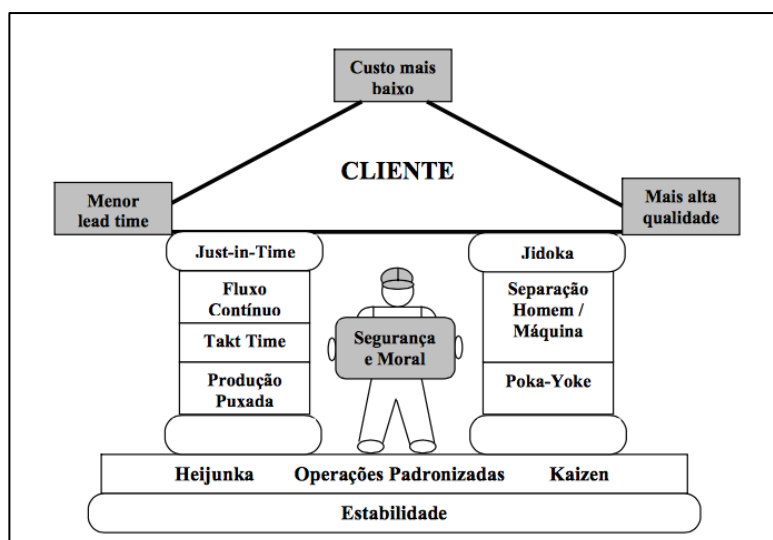
Womack, Jones e Ross(1992) apresentam um relato dos sistemas produtivos adotados pelas principais fábricas de automóveis do mundo, e concluem que a substituição do modelo de organização da produção em massa pelo modelo de produção enxuta, parecia se apresentar como a única saída viável para as companhias que pretendiam assegurar uma posição competitiva.

Impulsionado por Eiji Toyoda, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, o Sistema Toyota de Produção é um modelo de produção supereficiente, que eliminava desperdícios de tempo e de recursos por meio do aprimoramento contínuo de processos (LUZZI, 2004).

Para Paim et al. (2009), o estudo realizado pelos principais fundadores da Toyota, deu origem a um conjunto de princípios e técnicas que combate com eficiência os desperdícios de um processo produtivo. Os dois princípios que são considerados pilares necessários à sustentação do sistema são: o JIT e a Autonomia (Jidoka) (TEIXEIRA, 2015).

Entre outras técnicas, como demonstrado na Figura 2, temos o Kanban, a troca rápida de ferramentas, os dispositivos antifalha (*poka yoke*), o desdobramento da função qualidade (QFD – *Quality Function Deployment*), os arranjos físicos celulares, a análise de valor, a manutenção produtiva total, entre outras práticas, que passaram a compor a filosofia de produção conhecida como Just in Time (JIT) (PAWLAK, 2014).

Figura 2. Estrutura simplificada do STP.



Fonte: Luzzi (1995, p.19).

2.1.1 Conceitos

O Sistema Toyota de Produção tenta identificar e remover obstáculos no caminho para a perfeição em todas as atividades, sendo um sistema de produção sofisticado em que todas as partes contribuem para um todo e onde é pretendida a eliminação total do desperdício. O enfoque que define o modelo Toyotista de negócio é o conceito da melhoria contínua, mais conhecido como kaizen (LIKER, 2005).

Womack, Jones e Ross (1992) definem como base para a produção enxuta cinco princípios do pensamento enxuto tendo como base o Sistema Toyota de Produção:

- a) Valor - capacidade oferecida a um cliente no momento certo a um preço adequado;
- b) Cadeia de valor - atividades específicas necessárias para projetar, pedir e oferecer um produto específico, da concepção e lançamento do pedido à entrega, e da matéria-prima às mãos do cliente;
- c) Fluxo - realização progressiva de tarefas ao longo da cadeia de valor;
- d) Produção puxada - método de controle da produção em que as atividades posteriores avisam às atividades anteriores sobre suas necessidades. A produção puxada tenta eliminar a produção em excesso e é um dos componentes principais de um sistema de produção Just-in-Time (JIT) completo;
- e) Gerenciar rumo a perfeição - eliminação total de qualquer atividade que consuma recursos, mas não crie condições para que todas as atividades ao longo do tempo de uma cadeia criem valor.

Como fundamento para a proposta de trabalho a ser realizada futuramente, três principais conceitos serão tratados mais especificamente: redução de desperdícios, tempo de produção e melhoria contínua por meio de mudanças de layout fabril.

2.1.1.1 Redução de desperdícios

O conceito de desperdício refere-se a toda atividade produtiva que não acrescenta valor, ou seja, são atividades que utilizam o investimento aplicado de forma inadequada consumindo assim recursos e tempo de forma desnecessária (TEIXEIRA, 2015).

Quando se produz somente o necessário para o cliente, com o mínimo de recursos e mão de obra, atinge-se maior eficiência e menores custos. A otimização do resultado global do fluxo contínuo de produção evita a interrupção do fluxo produtivo, verificando assim um resultado economicamente melhor do sistema de manufatura. Para alcançar estes bons resultados são necessários identificar as perdas e desperdícios que ocorrem no sistema produtivo (CALADO, 2006).

Segundo Pawlak (2014), implantação dos conceitos do *Lean Manufacturing* na família de produtos tem como objetivo aumentar a produtividade em função da redução das perdas que existem nas interfaces dos processos. Partindo desta necessidade de identificação, Ohno (1997) identificou sete tipos de desperdícios, conforme apresentado na Figura 3 juntamente com suas ações de melhorias, que são hoje considerados os principais no meio de produção:

desperdício de superprodução, desperdício tempo disponível, desperdício de transporte, desperdício do processamento em si, desperdício de estoque disponível ou estoque, desperdício de movimentação, desperdício por produtos defeituosos.

Figura 3. Perdas versus ações de melhorias.

Perdas \ Ações de melhorias	Troca rápida - TRF	Eng ^o de valor	Inspeção de 100%	Melhoria de layout	Sincronismo / Nivelamento da produção	Fluxo unitário	Pequenos lotes de produção	Ciclos de produção mais curtos	Melhoria dos movimentos e métodos
1. por super produção	X				X	X	X		
2. por espera	X								
3. por transporte				X					
4. no processamento em si		X							
5. devido ao estoque	X				X		X	X	
6. por movimentação				X					X
7. por fazer produtos com defeito			X						

Fonte: Calado (2006, p.18).

2.1.1.2 Tempo de produção

Segundo os princípios do *Just-in-Time* (JIT), o inventário não utilizado é um desperdício de recursos. O JIT permite a uma empresa produzir e entregar produtos em quantidades pequenas, com lead times reduzidos, de modo a corresponder às especificações dos clientes (TEIXEIRA, 2015).

Assim, o JIT permite a entrega dos produtos certos, no momento certo e na quantidade certa, evitando assim custos desnecessários. Operacionalmente, pode-se afirmar que JIT significa que cada processo deve ser suprido com os itens e quantidades certas, no tempo e lugar certo (OHNO, 1988; GHINATO, 1996).

Em teoria, se aplicado o fluxo correto do conceito de JIT, uma empresa pode chegar ao estoque zero, estado ideal analisado do ponto de vista da gestão de produção (OHNO, 1997).

2.1.1.3 Layout fabril e melhoria contínua

O conceito de Layout fabril pode ser entendido como a estruturação da produção com o agrupamento de operações produtivas, gerando um fluxo de atividades mais intuitivo e correto e evitando uso incorreto do espaço tanto por operadores como por maquinários de transporte logístico. Seu projeto tem um grande impacto na performance dos sistemas de manufatura e afeta diretamente os resultados da empresa, principalmente financeiramente sendo decisivo para sua sobrevivência no mercado competitivo mundial (LUZZI, 2004). O layout pode ser a essência da produção eficiente, desde que seu projeto trate desde a localização global até as estações de trabalho, tendo como resultado um ambiente que integra pessoas, serviços, produtos, informações e tecnologia (LEE, 1998 apud LUZZI, 2004).

Segundo Shingo (1996), a otimização do layout industrial possibilita a eliminação de uma série de perdas existentes no processo produtivo: eliminação das horas-homem de transporte, que normalmente representam 45% do tempo total do processo de fabricação e não agregam valor ao produto; melhoria nos índices de qualidade, devido à maior rapidez no *feedback* da informação; redução do *lead time* produtivo, que viabiliza a produção contra pedido; redução dos inventários entre processos; aumento da produtividade, devido aos operários multifuncionais; e aumento da motivação e comprometimento dos funcionários, por trabalharem diretamente em várias funções e participarem mais ativamente no resultado da empresa.

Qualquer reconfiguração no layout existente representa um custo elevado e não é facilmente realizada (SHA; CHEN, 2001), porém uma alteração representa a oportunidade de mudança da filosofia de trabalho de toda uma organização que busca melhorias em custos. Para Shingo (1996) a melhoria do layout industrial é uma pré-condição fundamental para estabelecer o fluxo contínuo, tão crucial para a manufatura enxuta que preza pela melhoria contínua e eliminação de desperdícios.

2.1.1.4 Relação com os custos de fabricação

Shingo (1996) afirma que a redução de custos só é possível por meio da eliminação de perdas, ou seja, suprimir ineficiências e cortar desperdícios. Para Monden (1999), a otimização do arranjo físico possibilita não só a eliminação de inúmeras perdas como também proporciona melhores índices de qualidade e produtividade. Estes resultados são obtidos por meio de atividades como a movimentação e transporte de materiais, estimulação do trabalho em equipe e facilitação de respostas positivas nos medidores de qualidade.

O custo kaizen está associado à melhoria contínua aplicada à redução de custos não só na fase de produção da vida de um produto como também durante as melhorias continuadas dos processos de produção juntamente com o setor administrativo, buscando a perfeição do processo produtivo. O custeio kaizen significa manter os níveis correntes de custo e trabalhar sistematicamente para reduzir os custos a valores desejados. Para Campos et al. (2004), o objetivo do custeio kaizen é buscar a redução de custos em todas as etapas da manufatura para ajudar a eliminar qualquer diferença dos custos definidos em cotações e previsões internas da empresa, auxiliando assim no aumento da eficiência do uso de equipamento, na eficácia dos

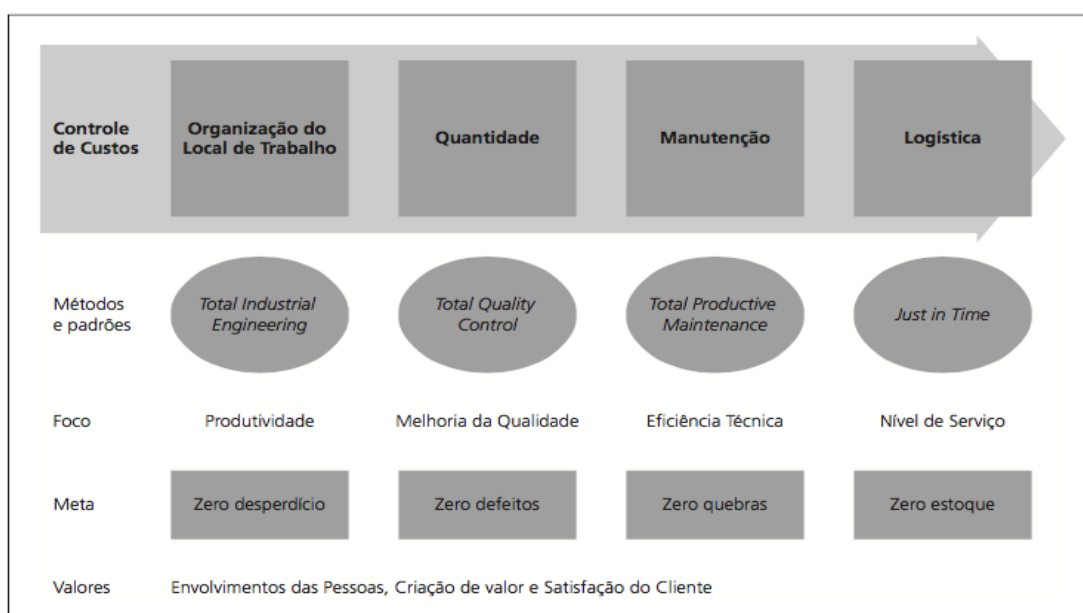
custos indiretos e na otimização da utilização de materiais diretos e de mão de obra por meio da priorização dos gargalos e desperdícios no fluxo de trabalho.

2.1.2 World Class Manufacturing (WCM)

A World Class Manufacturing (WCM) é uma metodologia empregada em empresas japonesas, americanas e alemãs que se destacam por apresentar melhores rendimentos nas indústrias. A WCM busca melhoria e excelência por meio da aplicação das metodologias e ferramentas fundamentadas na manufatura enxuta, que por sua vez é baseada no sistema Toyota de produção. Quatro métodos básicos, que estão totalmente atrelados entre si segundo a Figura 4, são utilizados na realização desta metodologia: Engenharia Industrial Total (TIE), Gestão da Qualidade Total (TQM), Manutenção Produtiva Total (TPM) e Just In Time (JIT)(FARIA, VIEIRA; PERETTI, 2012; SLAVOV et al., 2013).

O principal diferencial do WCM para as outras metodologias de melhoria contínua, é que ele prioriza suas ações a partir do desdobramento de custo, e de acordo com Yamashina (2000), esse é o conceito de maior importância para o WCM, uma vez que os planos de ações definidos por outros pilares possuem um objetivo diferenciado comparado com esta metodologia. O desdobramento de custo do WCM, alinhado com as técnicas de eliminação de desperdício do *Lean Manufacturing*, permite um aceleração dos resultados e o alcance de vantagens importantes na redução de perdas.

Figura 4. Lógica do pensamento enxuto associado ao WCM.



Fonte: Slavovet al. (2013, p.95).

O desdobramento de custo propõe a criação de projetos científicos e sistemáticos para reduzir perdas e desperdícios proporcionados por produtos que geraram custo mas não agregaram valor na cadeia produtiva e, conseqüentemente, não contribuem na construção de um preço final justo para o consumidor. O desafio de atender a voz do cliente é acompanhado pela busca da qualidade máxima e por um processo com Defeito Zero segundo a ideologia do *Poka Yoke* da Sistema Toyota de Produção, que prioriza a solução rápida dos erros e a detecção com antecedência dos próximos defeitos. Novos modelos de gestão, produtos, sistemas e conceitos de tecnologia também são pontos relevantes para melhorias na logística e desenvolvimento de inovações por meio do pensamento produtivo racional do WCM. (YAMASHINA, 2000; BAGNO, GONÇALVES; GUIMARÃES, 2014).

2.2 Cadeia de Suprimentos e Logística

Uma empresa sem organização do seu fluxo de produção não garante a chegada do seu produto final com qualidade e segurança. A cadeia de suprimentos e logística alinham as operações de produção desde a entrada de matéria-prima até a entrega do produto final para o cliente, fluxo pelo qual é gerenciada a criação de valor para garantir eficácia, eficiência, relevância e sustentabilidade. A logística é o condutor principal de bens e serviços dentro da organização da cadeia de suprimentos. A gestão da logística empresarial passou a ser em geral chamada de gerenciamento da cadeia de suprimentos, entretanto, são também usados termos como redes de valor, corrente de valor e logística enxuta como forma de descrição de escopo e objetivos similares (BALLOU, 2007; BOWERSOX; CLOSS, 2014).

2.2.1 Cadeia de Suprimentos

Cadeia de Suprimentos ou Supply Chain é um conjunto de atividades funcionais, como por exemplo transportes, controle de estoques, movimentação de ferramentas e máquinas e outras, que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor (BALLOU, 2007).

A cadeia de suprimentos é composta por diversas sub-cadeias de valor sendo cada uma correspondente a um setor da empresa ou por outras empresas. Todos os participantes desta cadeia, sejam fornecedores ou clientes, compartilham as informações e planos necessários para fazer o canal de distribuição mais eficiente e competitivo. Tanto os setores internos de uma empresa como as relações de negócios com seus fornecedores e produtores estão focados em tendências de competitividade para otimização da cadeia de suprimentos e para a agregação de valor na cadeia produtiva (JOHNSON; WOOD, 1996; NOVAES, 1997; SILVA, 1999).

Cadeia de suprimentos é um fluxo de materiais que possui como participantes ativos um conjunto de empresas independentes que estão focadas na chegada do produto final para o cliente. Incluem na lista de participantes ativos os produtores de matéria-prima, montadoras, atacadistas, comerciantes varejistas e transportadoras (LA LONDE; MASTERS, 1994 apud NAKAYAMA, 2017). Para Lambert (1998) apud Nakayama (2017), o produto ou serviço

presente no mercado é oriundo do alinhamento das empresas que fizeram parte da sua agregação de valor durante os subprocessos de fabricação. Percebe-se então, que toda descrição para a cadeia de suprimentos tem incluído o consumidor final como parte do fluxo, ou seja, todo produto ou serviço existe pois há a necessidade de seu uso no final do fluxo produtivo.

2.2.2 Logística

A logística trata da criação de valor para todos aqueles que têm interesses diretos nela, tanto fornecedores como também clientes. O setor logístico oferece suporte para as necessidades operacionais da cadeia de suprimentos, envolvendo a gestão do processamento de pedidos, estoques, transportes, armazenamento, materiais e embalagens (BOWERSOX; CLOSS, 2006).

A boa administração logística interpreta cada atividade na cadeia de suprimentos como contribuinte do processo de agregação de valor. A combinação das competências operacionais com o compromisso de atendimento às demandas é o desafio que o setor logístico propõe para as empresas, proporcionando melhorias nos processos da cadeia de suprimentos e, conseqüentemente, redução do custo total (BOWERSOX; CLOSS, 2006; BALLOU, 2007).

2.2.3 Impacto da gestão de suprimentos e logística nos custos

Segundo Porter (1985), ter uma visão macro do funcionamento da cadeia de suprimentos da empresa e das sub-cadeias externas que a compõem permite oferecer oportunidades na ampliação de vantagens competitivas em todo o sistema produtivo e distributivo.

Para qualquer perspectiva de análise, seja por custo, agregação de valor, recursos estratégicos ou melhorias em custo, o gerenciamento da logística e cadeia de suprimentos são importantes para a conclusão destes estudos. As atividades executadas em uma cadeia de valor não são independentes entre si, pelo contrário, elas constituem um sistema de atividades interdependentes (BALLOU, 2007).

Para entender o papel da logística e cadeia de suprimentos tem-se como exemplo três objetivos principais: a redução de custos que é voltada para o enxugamento dos custos variáveis na cadeia de suprimentos, a redução de capital que é a estratégia voltada para o enxugamento do nível dos investimentos nos sistemas logísticos e a melhoria dos serviços que é a parte voltada no entendimento da dependência entre custos e logística (BOWERSOX; CLOSS 2006; BALLOU, 2007).

No entanto, a visão geral que temos do gerenciamento da cadeia de suprimentos e logística, implica no tratamento da cadeia de valor como um todo e na suas melhorias para agregação de valor. Esse objetivo é alcançado a partir da construção de parcerias com fornecedores estratégicos e do desenvolvimento de estratégias de negociação estratégicas.

2.3 Strategic Sourcing Initiative (SSI)

Strategic Sourcing é uma metodologia que utiliza ferramentas para a gestão da cadeia de suprimentos cuja finalidade é adquirir produtos e serviços por meio de negociações estratégicas dentro de uma empresa e tem favorecido a entrega de resultados significativos em termos de lucros e perdas, fator que tem influenciado e está totalmente atrelado à competição entre empresas, pois impactam significativamente e diretamente sobre a lucratividade das mesmas (ENGEL, 2004; MITSUTANI, 2007; PASQUALE 2012).

183

Diante de um cenário extremamente dinâmico, marcado por incessantes mudanças, que se apresentam nas mais diversas formas, surgiram algumas práticas que buscam uma maior redução de custos de forma planejada e estratégica. O simples e tradicional comprador tem mudado seu comportamento e investido em uma posição com mentalidade mais abrangente e uma visão macro da cadeia de geração de valor de um produto, atuando como um real planejador e negociador na área de suprimentos.

O *Strategic Sourcing Initiative* (SSI) deve ser utilizado em negociações de aquisições de produtos e serviços estratégicos de alto risco ou que possuem grande complexidade na cadeia de suprimentos (PASQUALE, 2012). De acordo com Mitsutami (2007) e Engel (2004), apesar de estar inserido no contexto da gestão da cadeia de suprimentos, o *Strategic Sourcing* deve ter tratativa individualizada devido a sua importância estratégica e o potencial de gerar benefícios econômicos significativos. E ainda, a solicitação deste método é estabelecido quando há o surgimento da necessidade de qualquer tipo de processo estratégico de fornecimento onde a área de suprimentos deve atuar na avaliação deste processo e na tomada de decisão.

Em complementação da implantação de princípios estratégicos, a chegada do *Strategic Sourcing* na área de cadeia de suprimentos tem como objetivo adicional a gestão, o desenvolvimento e a incorporação das capacidades e competências dos fornecedores a fim de obter vantagens competitivas para a empresa, sendo exemplo destas vantagens a redução de custo, desenvolvimento em tecnologia, redução de tempo de ciclo e melhoria na qualidade (NUNES et al., 2016).

2.3.1 Importância para a Cadeia de Suprimentos

Strategic Sourcing e cadeia de suprimentos e logística são conceitos distintos mas estão associados entre si completamente. A gestão da cadeia de suprimentos envolve questões amplas do conjunto de cadeias produtivas interligadas às necessidades e tendências de mercados. A logística envolve os processos de planejamento e operações das movimentações físicas de produtos e insumos. O *Strategic Sourcing* trata amplamente das questões de aquisições dos produtos e serviços juntamente com as tratativas de relacionamento com fornecedores. Ou seja, o *Strategic Sourcing* está inserido no contexto da gestão da cadeia de suprimentos, podendo ser considerada como uma soma de diferentes elementos de gestão (MITSUTANI, 2007; ENGEL, 2004).

Em geral, para empresas industriais, o setor de suprimentos assume despesas com contratações e compras de insumos e serviços que representam por volta de 50% da receita

líquida. Dessa forma, os ganhos marginais sobre estes montantes são revertidos diretamente nos resultados dos negócios. E ainda, a possibilidade de criar alianças estratégicas com os fornecedores, de desenvolver em conjunto produtos e serviços, entre outros, podem auxiliar as empresas a dar um salto estratégico e ajudar a desvincular as negociações de métodos mais tradicionais e menos rentáveis (MITSUTANI, 2007; NUNES et al., 2016).

Segundo Mitsutami (2007), as empresas de ponta que têm aplicado os conceitos de *Strategic Sourcing* na gestão de suprimentos têm conseguido, em média, 14,4% de redução no custo total em suas famílias de fornecimento. Pode-se perceber com isso a relevância do impacto nas margens e da lucratividade e competitividade nas empresas. As compras de produtos e contratos de serviços se centralizam com as técnicas de SSI e trazem maior poder de negociação para o comprador, podendo ampliar ou reduzir sua base de fornecedores, estabelecer contratos mais duradouros e estratégicos para a empresa e promover um relacionamento mais estratégico com as áreas internas da sua empresa. Este último ponto exemplifica a importância do *Strategic Sourcing* para a sinergia entre as áreas que formam a cadeia de suprimentos.

2.3.2 Técnicas e fundamentos de *Strategic Sourcing*

Para Doucek (2011), um dos primeiros passos antes de se iniciar uma relação de negociação entre duas empresas é entender qual produto será discutido para se colher todas as informações pertinentes. Há a necessidade do produto e o desejo de comprar pelo melhor preço e, com isso, diferentes ações estratégicas e mecanismos de suprimentos podem ser utilizados.

Segundo Nunes et al. (2016), a primeira etapa do processo de *Strategic Sourcing* se baseia na análise de gastos e demanda, ou seja, é a compreensão da real necessidade das aquisições e dos custos da organização. Estuda-se a possibilidade de *savings* (diminuição de gastos), como eram feitas as estratégias anteriormente e qual o objetivo final. Ocorre também o estudo e a análise de mercado e em seguida alguns instrumentos de *Strategic Sourcing* podem ser aplicados. De acordo com Doucek (2011), as técnicas utilizadas são:

- a) Solicitação de Informação – Também conhecido como *Request for Information* (RFI), a empresa envia solicitação de informações para descobrir se o fornecedor é capaz de atender ao pedido específico. Podemos dizer que, neste caso, a empresa quase não tem ideia sobre as habilidades e os detalhes da carteira de produtos do fornecedor;
- b) Solicitação de Proposta – A empresa envia solicitação de proposta, também conhecido como *Request for Proposal* (RFP), para receber alternativas oferecidas pelo fornecedor que atendam a sua necessidade. Então, neste caso, a empresa conhece as habilidades e a carteira de produtos do fornecedor;
- c) Solicitação de Cotação – O pedido de cotação, também conhecido como *Request for Quotation* (RFQ), é enviado quando a empresa sabe exatamente o tipo específico de produto de que precisa e só precisa saber qual o preço que o fornecedor oferece. Neste

caso, mais uma vez, a empresa conhece as habilidades e a carteira de produtos do fornecedor.

Após o cumprimento destas solicitações, a fase seguinte se baseia no levantamento analítico dos custos de aquisição do produto ou serviço. Esta análise aborda desde o custo de fabricação do item até pontos relativos da área de suprimentos como embalagem, frete, impostos, depreciação e todos os fatores que fazem parte do ciclo de vida do produto. Todo este levantamento é base do *Strategic Sourcing*, pois analisa todos os passos que agregam valor na cadeia do material ou serviço (DOUCEK, 2011; NUNES et al. 2016).

2.4 Processo de Fabricação

Os processos de fabricação estudados neste trabalho serão o processo de injeção plástica, um processo de moldagem plástica de alta produtividade que pode utilizar várias matérias-primas e possui boas tolerâncias dimensionais, e o processo de solda plástica por fricção juntamente com seus testes, que consiste na solda de um componente plástico em outro por fricção intensa e verificando a qualidade da solda posteriormente.

2.4.1 Injeção plástica

Para Harada (2008) e Oliveira (2015), a moldagem plástica por injeção é o mais comum dos processos empregados na fabricação de termoplásticos, isso devido à alta taxa de produtividade que esta classe de polímeros possui e pelo fato de conseguir obter peças com geometria complexa. O processo de injeção plástica permite a confecção de peças maciças em grande escala para setores como automobilística, eletrodomésticos e equipamentos médicos. Como características vantajosas temos o baixo custo por produto com uma alta escala de produção e a capacidade de reprocessamento das possíveis perdas de produtos por meio da reciclagem.

2.4.2 Etapas e parâmetros

De acordo com Galdamez e Carpinetti (2004) tem-se que os principais parâmetros de controle do processo de injeção plástica são os que mais influenciam nas definições de custos do produto final. Entre eles temos tempo de ciclo, velocidade de injeção, tempo de injeção, tempo de resfriamento, temperatura do molde, temperatura da máquina, pressão de injeção, pressão de fechamento e pressão de recalque.

A primeira etapa é o fechamento do molde no qual deve garantir a completa vedação para evitar qualquer tipo de vazamento e perda de material. Na dosagem é realizada a fundição de grânulos de polímero no cilindro da máquina injetora por meio de resistências elétricas no conjunto extrusor composto por canhão e uma rosca infinita. O preenchimento é realizado com o material no estado líquido que é injetado nas cavidades do molde por meio da rosca infinita. A extração é realizada por dispositivos internos do molde que expulsam a peça para fora. E por

último, o resfriamento pode ocorrer por meio de circuitos de refrigeração normalmente utilizados com água ou mesmo ser resfriado no ar ambiente da fábrica (GALDAMEZ; CARPINETTI, 2004; OLIVEIRA, 2015).

2.4.2.2 Processo de solda ponto por fricção e testes de estanqueidade

A soldagem ponto por fricção foi desenvolvida na década de 2000 e pode ser considerada ainda uma técnica nova, tanto para união metálica quanto para união de termoplásticos. A principal diferença entre este método e a soldagem linear por fricção é que não há movimento de translação da ferramenta durante a soldagem mas sim rotação. Os principais parâmetros de soldagem do processo são: velocidade de rotação da ferramenta, profundidade de penetração, taxa de penetração (ou tempo de penetração) e tempo de recalque (OLIVEIRA, 2012).

Os processos de soldagem por fricção apresentam inúmeras vantagens sobre os processos convencionais. A principal é o baixo consumo de energia, já que todo calor necessário para o processo provém do aquecimento gerado pelo atrito entre as partes envolvidas. Somado a isso, têm-se tempos de soldagem curtos, alta taxa de produção, pouca ou nenhuma necessidade de preparação superficial, ausência de gases, não há necessidade de material de adição e juntas com boas propriedades mecânicas (OLIVEIRA, 2013).

2.4.3 Failure Model and Effects Analysis (FMEA)

O Failure Model and Effects Analysis (FMEA) ou Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMFE) consiste de uma análise de risco integrada às áreas específicas, acompanhando o desenvolvimento e o planejamento de um projeto e representando um instrumento metódico importante para reconhecer e evitar eventuais falhas com a maior antecedência possível. O uso da FMEA tem se difundido por ser exigência contratual de fornecimento de todas as montadoras automobilísticas. Sendo que, esse método tem seu uso ampliado para processos de desenvolvimento de bens de consumo e de capital. A FMEA é aplicada inicialmente de forma qualitativa, durante o levantamento sistemático dos modos de falha, a determinação de seus efeitos e dos componentes cujas falhas têm efeito crítico na operação do sistema (PUENTE et al.2002; PALADY, 2004).

No preenchimento do documento, deve ser incorporado as necessidades e expectativas do cliente, requisitos conhecidos do produto, de manufatura e montagem. Quanto melhor a definição das características desejadas, mais fácil será identificar os modos de falha potencial para a ação corretiva. O modo de falha potencial é definido como a maneira que um processo ou sistema possa não cumprir seu objetivo principal e falhar. O documento deve ter listado todo modo de falha potencial para o item e sua função. Assume-se que a falha pode ocorrer, mas não necessariamente vai ocorrer. Efeitos potenciais da falha são definidos como os efeitos do modo de falha na função, e deve-se documentar todos os efeitos da falha que o cliente possa perceber ou experimentar. Após esta etapa, três índices principais são avaliados:

- a) severidade: grau de gravidade do efeito de falha para o cliente;
- b) ocorrência: frequência com que um modo de falha ocorre devido a uma ou mais causas;
- c) detecção: estimativa da probabilidade de detectar a falha no ponto de controle previsto no processo.

Pode-se realizar então uma análise quantitativa para estabelecer a probabilidade de falha ou confiabilidade do sistema por meio do cálculo do Número de Prioridade de Risco (NPR), que é obtido por meio da multiplicação dos valores definidos para os critérios de severidade, ocorrência e detecção (CÂNDIDO, 2000; PUENTE et al., 2002; PALADY, 2004).

Analisando estruturalmente a composição do quadro do FMEA, as primeiras colunas referem-se a uma descrição do projeto e suas falhas. A primeira coluna engloba os sistemas ou processos envolvidos, por exemplo, um processo de produção ou até mesmo um fornecedor. Em seguida, é descrito a função que este sistema ou processo realiza e, ao lado, quais modos potenciais de falha são possíveis para cada função. Para cada efeito, há uma classificação de severidade classificado de zero a nove, que é o grau mais severo. Como consequência, para cada efeito há uma causa que também é descrita em coluna separada e classificada pelo grau de ocorrência, segundo índice de avaliação, conforme mencionado anteriormente.

O controle de projeto para cada causa é descrito em termos de prevenção e detecção, os quais são responsáveis em assegurar a adequação do projeto para que os modos de falha não ocorram. Por fim, o índice de detecção é mencionado conforme coluna de controle anterior. Os três índices permitem o cálculo do Número de Prioridade de Risco (NPR) ou o SOD (Severidade, Ocorrência e Detecção), no qual os índices são alocados em sequência gerando um número que define uma tomada de ação classificada em obrigatória, optativa ou nenhuma ação (CÂNDIDO, 2000).

2.5 Breve Resumo do Tópico

Neste tópico foram explicitados os principais conceitos teóricos de todos os temas que foram abordados durante o estudo de caso escolhido. Em resumo são conceitos que envolvem os assuntos macros de *Lean Manufacturing* e *Strategic Sourcing Initiative*, além da descrição de processos de fabricação e documentação que estão envolvidos no estudo de caso como por exemplo o documento de Análise de Modos de Falhas e Efeitos. A cadeia de suprimentos e logística são abordadas para relatar a sua importância na organização dos fluxos de produção como também o conceitos a relevância das análises de desperdícios dos processos produtivos.

3 MÉTODO

A fim de se entender os passos realizados pelo pesquisador, todo estudo científico necessita ser metódico, sistemático e crítico para descrever ao leitor os detalhes do desenvolvimento de sua pesquisa. Com isso, este capítulo oferece explicações sobre a caracterização da pesquisa, os procedimentos utilizados para alcançar os objetivos pré-determinados e o objeto de estudo que está sendo abordado.

188

3.1 Caracterização da Pesquisa

Segundo Prodanov (2013), método científico é um conjunto de procedimentos adotados com o propósito de atingir o conhecimento, é o caminho, a forma e o modo de pensamento que reúnem um conjunto de processos ou operações mentais empregados na pesquisa. Como complemento, Gil (2016) define método como o caminho para se chegar em um determinado fim com o uso de procedimentos técnicos e intelectuais atingindo assim um determinado conhecimento.

Com base no Quadro 1 é apresentada a classificação da pesquisa utilizando os critérios clássicos nela apresentados.

O método amplo do trabalho é o dedutivo. O método dedutivo, de acordo com o entendimento clássico, é o método que parte do geral e, a seguir, desce ao particular. A partir de princípios, leis ou teorias consideradas verdadeiras e indiscutíveis, prediz a ocorrência de casos particulares com base na lógica. O raciocínio dedutivo permite concluir um mesmo argumento partindo de diferentes caminhos, com caráter apriorístico de que a partir de uma afirmação geral existe um conhecimento prévio (PRODANOV, 2013; GIL, 2016).

Os métodos dos procedimentos técnicos visam processos mais específicos no desenvolvimento da pesquisa pelo pesquisador, são métodos tratados de forma menos abstrata sendo compostos por etapas de investigação do problema de pesquisa. (PRODANOV, 2013).

O trabalho utiliza estratégias de pesquisa bibliográficas, documentais e o estudo de caso. As pesquisas bibliográficas abordam os trabalhos mencionados na referência do trabalho assim como seus autores. As pesquisas documentais incluem os documentos coletados na empresa que faz parte do objeto de estudo. Por fim, a necessidade pelos estudos de caso surge do desejo de se compreender uma situação complexa envolvida por temas técnicos que podem ser visualmente mais bem compreendidos quando esta técnica é utilizada. Em outras palavras, o estudo de caso permite uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real (YIN, 2015; GIL, 2016).

Quadro1. Critérios clássicos para a classificação da pesquisa.

Pesquisa	Método	Método Amplo	Dedutivo	
		Procedimentos Técnicos	Estratégia de Pesquisa	Pesquisas Bibliográficas
				Pesquisas Documentais
			Estudo de Caso	
	Abordagem do Problema	Pesquisa Qualitativa		
	Tempo	Transversal		
	Natureza	Aplicada		
	Objetivo	Exploratória		
	Técnica Utilizada	Coleta de Dados	Documentos	
		Análise de dados		

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Este trabalho possui uma abordagem de pesquisa qualitativa, na qual a coleta de dados e suas interpretações técnicas direcionam a conclusão do resultado (COOPER; SCHINDLER, 2016; GIL, 2016). Do ponto de vista do objetivo, natureza e tempo, o trabalho apresenta enfoque, respectivamente, exploratório, aplicada e transversal.

A pesquisa aplicada tem o objetivo de gerar conhecimentos por meio da aplicação prática com enfoque na solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. A pesquisa exploratória permite o estudo do tema sob diversos ângulos e aspectos envolvendo levantamentos bibliográficos e análises de exemplos que ajudam na compreensão do problema. E a pesquisa é do tipo transversal, pois trata de uma análise de caso não contínua, ou seja, este estudo está separado de análises temporais (PRODANOV, 2013; YIN, 2015).

3.2 Procedimentos

Para o desenvolvimento deste trabalho, inicialmente, é realizado um levantamento da literatura disponível, a fim de fundamentar as aplicações e técnicas empregadas no objeto de estudo. Após todo o levantamento teórico obtido por meio de livros, jornais, revistas e periódicos foi feito um estudo de caso sobre um projeto de melhoria contínua baseada em conceitos do World Class Manufacturing(WCM). O projeto possui o propósito de transferir equipamentos de solda plástica por fricção e equipamentos de teste de estanqueidade da linha de produção interna da empresa para fornecedores estratégicos com o objetivo de aumentar a produtividade por meio da redução de perdas, da redução de mão de obra direta e da otimização do layout fabril.

Para a elaboração deste projeto de transferência de máquinas, a análise dentro do ambiente fabril ocorreu por meio de estudos envolvendo conceitos de *Lean Manufacturing* para

esquematizar as etapas dos processos de solda e teste de estanqueidade nos tanques plásticos nas linhas de produção. O tempo de ciclo de cada processo interno foi levantado para que um business case fosse elaborado visando a transferência destes processos para dentro de um fornecedor. Como exemplo, pode-se citar o tempo de ciclo do processo de injeção plástica, o tempo de transferência dos itens da injetora para a linha de produção, o número de operadores em cada processo, a quantidade de itens produzidos, entre outros.

190

Além dos dados coletados para o estudo de caso foi necessário o levantamento de informações de alguns testes de produção, cujo objetivo era garantir que o processos de injeção plástica, solta e teste de estanqueidade ocorressem sem problemas. Como exemplo de coleta de informação tem-se a realização de testes de solda dos tanques logo após o processo de injeção para entender o comportamento do material e testes de queda com objetivo de entender possíveis falhas na solda ou no teste de estanqueidade.

Em consideração ao conjunto de dados coletados e um mapa de processo definido, define-se as estratégias para iniciar as negociações junto aos fornecedores utilizando as técnicas de *Strategic Sourcing*. Após o envio das técnicas de *Request for Information (RFI)*, *Request for Proposal (RFP)* e *Request for Quotation (RFQ)*, um conjunto de informações é definido como base para entender os reais impactos que a modificação pode causar para a empresa e, assim, definir qual será a decisão final a ser tomada.

Por fim, a coleta de dados é feita por meio de documentos e algumas simulações com posterior análise das informações coletadas. No que tange a análise de dados, o trabalho busca clareza e objetividade no tratamento de dados, elucidando os procedimentos de análises feitos para garantir uma estratégia na obtenção de um resultado otimizado para a empresa.

3.3 Objeto de Estudo

A objeto de estudo atua no ramo de produção de eletrodomésticos de linha branca sendo líder em vendas no mercado latino-americano. A planta estudada se localiza na cidade de Rio Claro – SP e está direcionada na produção de linhas de lavanderia e cocção.

As linhas de produção estão em constantemente funcionamento para atender as demandas de volume diárias. Devido a iniciativas de melhoria contínua, alterações e atualizações ocorrem frequentemente com o intuito de buscar otimizações nos processos produtivos e captar reduções de custos para a companhia.

Como estratégia, o setor de engenharia iniciou estudos para buscar melhorias nas linhas de produção e viabilizar um melhor fluxo logístico por meio da transferência de algumas máquinas de testes de estanqueidade e solda por fricção da linha de produção interna para o ambiente fabril dos *colocations*, que são ambientes internos da fábrica alugados e utilizados por alguns fornecedores para a produção de itens. Os dois *colocations* localizados dentro da empresa tem o propósito de agilizar a entrega de peças estratégicas dentro da empresa que oferece o próprio espaço para que fornecedores instalem suas máquinas e produzam internamente.

O estudo iniciou-se dentro da empresa pois a peça que é testada e soldada nas máquinas de solda e estanqueidade, são produzidas pelas injetoras instaladas nos *colocations*, ou seja, a logística de testar e soldar logo após a injeção do item é otimizada dentro do fluxo. Entretanto, cabe ao time de suprimentos analisar os impactos das alterações de mão-de-obra utilizada, ajustes de layout e necessidades de investimentos por meio da proposta enviada pelo fornecedor para a viabilização dos processos de transferência de máquinas.

Por meio do estudo de layout e dos processos produtivos da empresa, busca-se elaborar a melhor forma para a transferência das máquinas a fim de se obter a otimização dos processos e garantir agregação de valor na cadeia por meio das estratégias de negociação com fornecedores e pelo entendimento técnico dos processos produtivos.

3.4 Breve Resumo do Tópico

Neste tópico foi realizado o detalhamento e classificação do desenvolvimento da pesquisa por meio critérios clássicos definidos anteriormente. Foi definido também quais serão os procedimentos da realização da pesquisa por meio do levantamento dos materiais apropriados e de como a coleta de dados é realizada. Por fim, o objeto de estudo foi especificado para compreensão do cenário em que a pesquisa é elaborada.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Este tópico destina-se à aplicação do método proposto, no qual as análises e discussões são explicitadas para dar suporte à pesquisa. Para melhor compreensão do projeto, é necessário compreender como este se iniciou e quais os objetivos que foram propostos para a sua realização.

4.1 Descrição dos processos de solda e teste de estanqueidade e do projeto

Com o objetivo de otimizar a cadeia de suprimentos para garantir melhorias no fluxo de produção, o time de engenharia da empresa fabricante de produtos de linha branca iniciou um estudo que visava aumento de produtividade e redução de mão de obra direta nas suas linhas de produção de lavanderia. A empresa possui um compromisso de fidelidade junto à mentalidade do World Class Manufacturing (WCM) por meio da melhoria contínua e redução de desperdícios a fim de se alcançar o custo kaizen de seus produtos em todas as etapas de produção com o objetivo de melhorar índices de qualidade e produtividade, seja produzindo internamente ou externalizando a produção para fornecedores estratégicos.

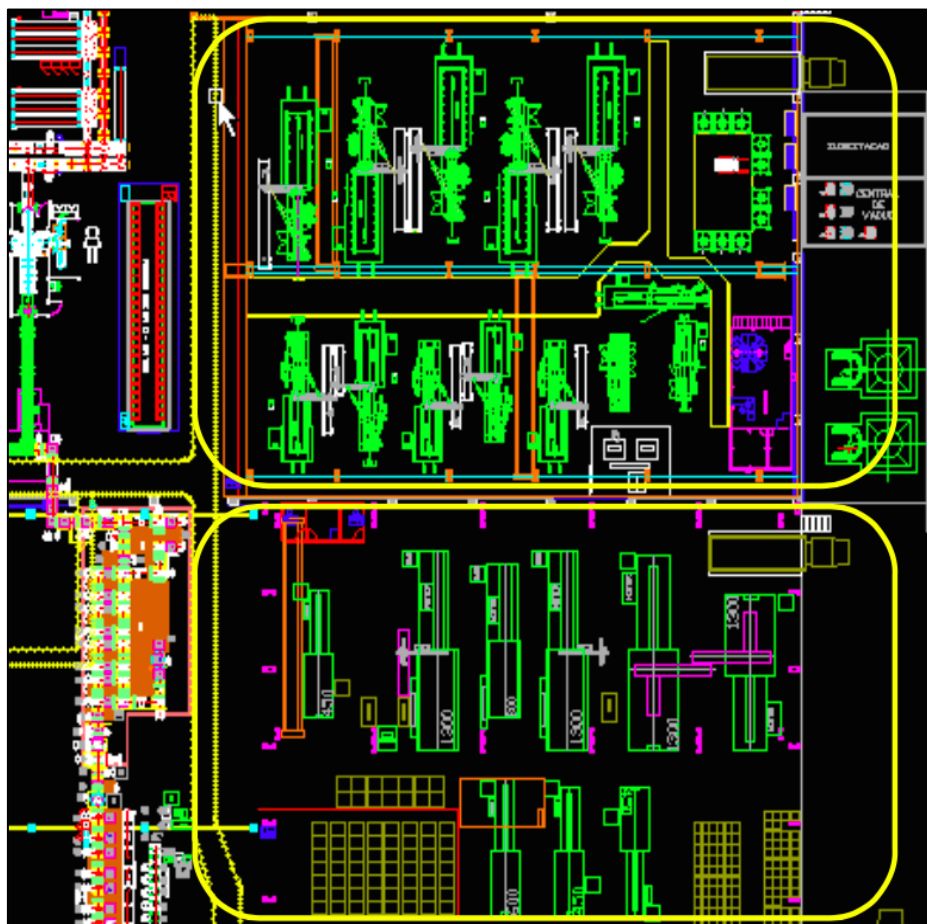
O subproduto estudado trata-se especificamente dos tanques de plásticos das lavadoras produzidas na principal linha de produção da empresa como também em outra linha secundária e uma célula de produção presente na planta de Rio Claro. Os tanques são responsáveis pelo armazenamento da água utilizada durante a execução da lavagem e que necessitam ter como característica fundamental a total proteção contra vazamentos. Os tanques, por serem itens

robustos, são produzidos em injetoras plásticas cujos tamanhos variam entre 1300 e 1500 toneladas e, além disso, o tempo de ciclo de injeção do item está por volta de 50 segundos.

192

Os tanques são injetados pelos *colocations* C4 e C6, onde o layout é mostrado na Figura 5. Uma quantidade limite de itens é armazenada nesta área e, posteriormente, os tanques são levados por carros transportadores específicos programados pela logística da fábrica para realizar a coleta e transferir os tanques para outras áreas da fábrica para realizar os processos de solda e teste de estanqueidade ou mais próximas das linhas de produção onde estes processos estão incluídos. Há a ocorrência de frequentes gargalos após a injeção dos tanques dentro dos *colocations* e uma melhoria no fluxo logístico de coleta destes tanques necessita ser revisado pois é o setor logístico que deve oferecer suporte para as necessidades operacionais da cadeia de suprimentos e ser contribuinte para o plano de agregação de valor do subproduto ou mesmo do produto final.

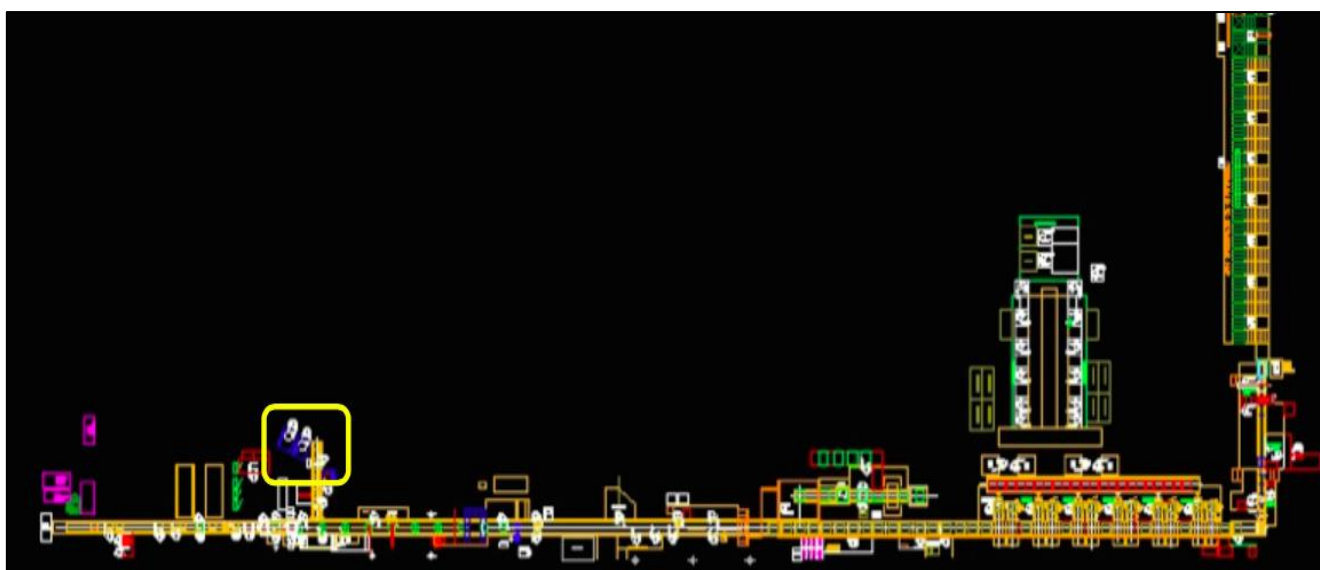
Figura 5. Layout do *colocation* 6 na parte superior e *colocation* 4 na parte inferior.



Fonte: Elaborado pela empresa (2019).

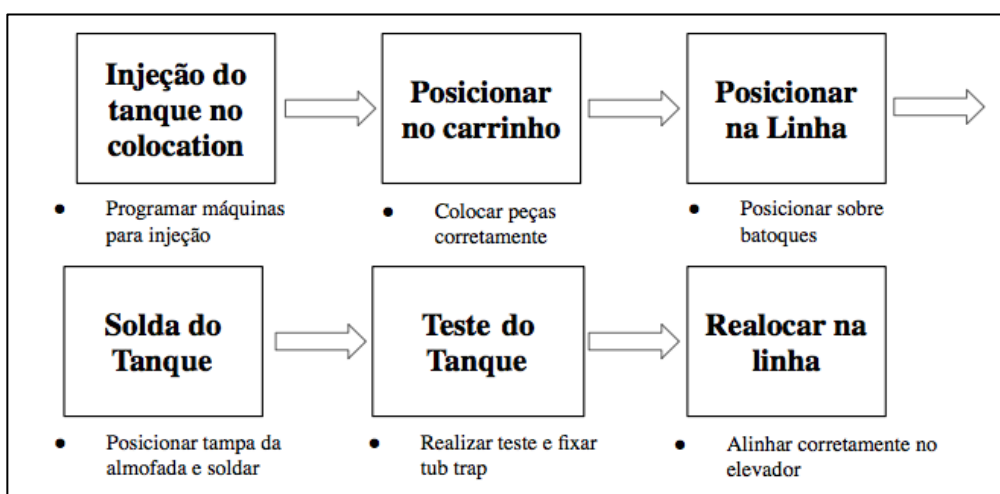
Para os tanques que são utilizados na Linha 1, cujo layout está mostrado na Figura 6, o fluxo de processo atual é mostrado na Figura 7. Os tanques são injetados no *colocation* e transportados para o começo da linha sem o processo de solda e teste de estanqueidade, cujas máquinas estão destacadas na Figura 6.

Figura 6. Layout da Linha 1 na Fábrica 1.



Fonte: Elaborado pela empresa (2019).

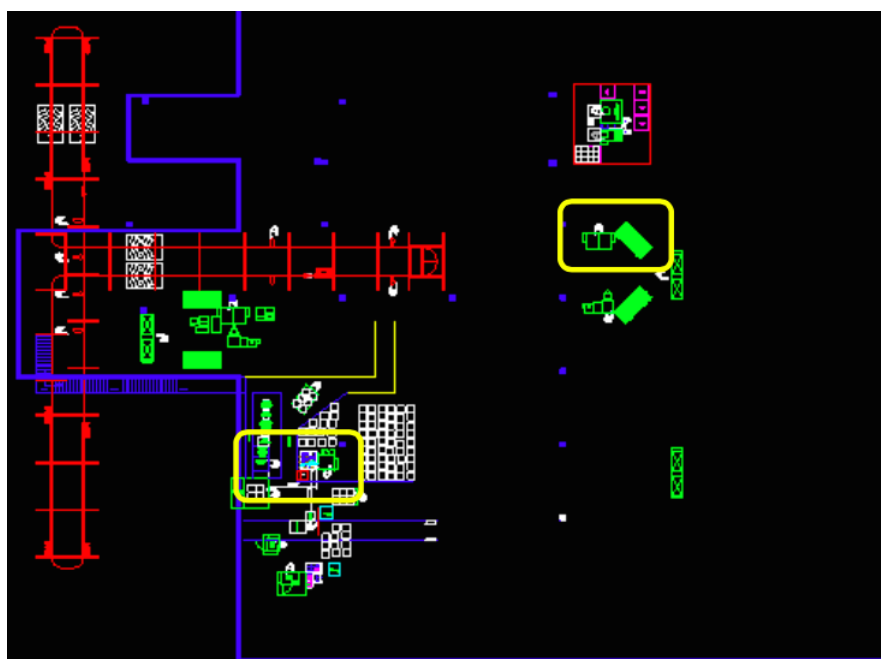
Figura 7. Fluxo de processo dos tanques na Linha 1.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

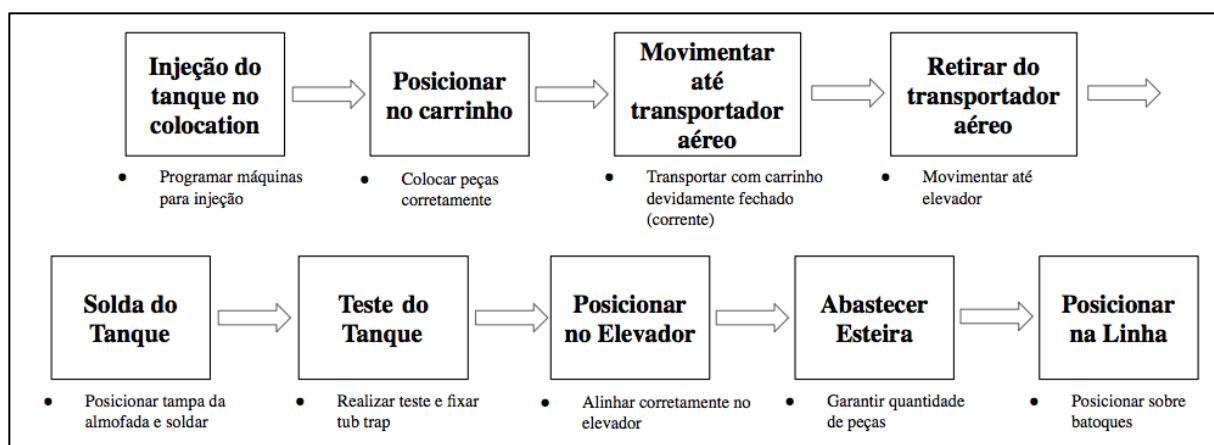
Para os tanques que são utilizados na Linha 8, cujo layout está mostrado na Figura 8, o fluxo de processo atual é apresentado na Figura 9. Os tanques são injetados no *colocation*, transportados para uma área elevada onde as máquinas de solda e teste de estanqueidade estão localizadas e somente depois posicionados na linha de montagem 8.

Figura 8. Layout da Linha 8 à esquerda e Célula 23 à direita no Mezanino da Fábrica 2.



Fonte: Elaborado pela empresa (2019).

Figura 9. Fluxo de processo dos tanques na Linha 8.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O processo de solda e teste do tanque podem ter seus processos separados, conforme Figura 10, ou podem ser híbridos, ou seja, os processos de solda e teste são realizados em uma só máquina, conforme Figura 11. No processo separado há a necessidade de um operador por máquina, enquanto que nas máquinas híbridas apenas um operador pode realizar ambos os processos.

195

Figura 10. Máquina de teste de estanqueidade à esquerda e de solda à direita.



Fonte: Elaborado pelo empresa (2019).

O processo de solda realiza a fixação de uma tampa plástica, denominada almofada, no fundo dos tanques. A solda da almofada é realizada por meio do processo de solda por fricção (spin welding) causando o derretimento do material por atrito com a alta rotação da tampa contra o tanque, cuja técnica possui baixo consumo de energia e rapidez na soldagem pela simplicidade do processo, garantindo qualidade e agregação de valor ao produto. Como sequência do processo temos o posicionamento da almofada no eixo de solda e em seguida o posicionamento do tanque, de cabeça para baixo, no eixo central da máquina. O equipamento é acionado e a solda é realizada durante aproximadamente quatro segundos.

Após a solda o tanque é retirado e transferido para a máquina de teste, caso não seja uma máquina híbrida. O teste é realizado por meio da vedação do furo interno do tanque, na região da almofada. O equipamento injeta ar pelo pino da almofada e, após a estabilização da injeção do ar, é avaliado se há ou não vazamentos na região soldada por meio da resposta passada pela máquina. O resumo do processo é apresentado na Figura 12. Há um total de três

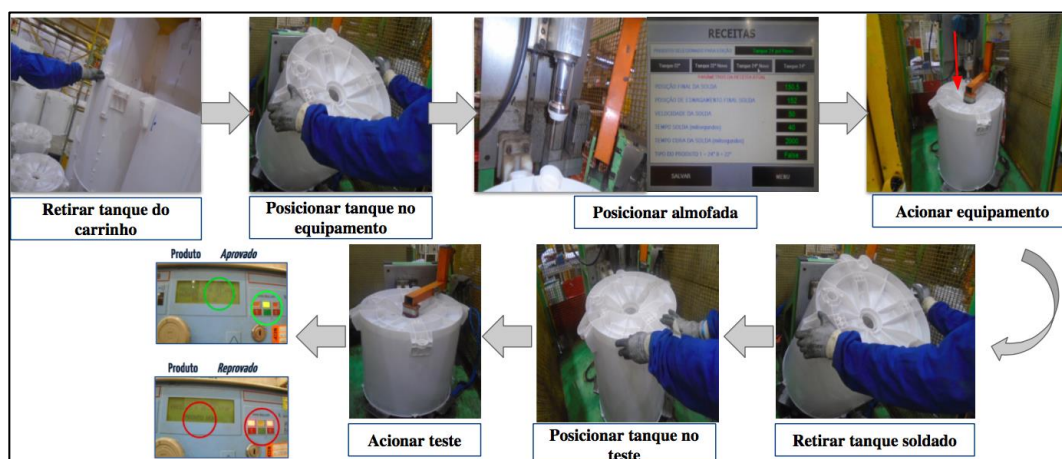
máquinas de solda, três máquinas de teste e dois equipamentos híbridos na empresa. As dimensões das máquinas de solda e teste são de 1300mm x 1270mm x 1830mm cada uma. Enquanto que para as máquinas híbridas, temos as dimensões de 2000mm x 1240mm x 2600mm.

Figura 11. Máquina de teste de estanqueidade e solda híbrida.



Fonte: Elaborado pelo empresa (2019).

Figura 12. Resumo do processo de solda e teste de estanqueidade.



Fonte: Elaborado pelo empresa (2019).

Mesmo com a movimentação das máquinas para os *colocations*, as manutenções preventivas e corretivas são realizadas pela própria empresa, cujo plano de preventiva é realizado a cada três meses. Devido à utilização mínima de recursos e mão de obra como também as manutenções periódicas, o percentual de scrap destas máquinas é de 0,80% em média apenas. Entretanto, a fim de alcançar um fluxo mais contínuo e com menores perdas e desperdícios, que são características da Manufatura Classe Mundial (*World Class Manufacturing - WCM*) e Manufatura Enxuta, o projeto das movimentações das máquinas de solda e teste de estanqueidade torna-se necessário para alcançar reais necessidades da empresa em redução de custos e otimização de fluxos.

4.2 Análise do Processo

A partir da descrição realizada, verifica-se que o principal objetivo da retirada das máquinas da empresa para os *colocations* é a redução da mão de obra direta nas linhas de produção, ou seja, a expectativa é que os *colocations* utilizem menos mão de obra para a realização das mesmas atividades diminuindo assim o impacto do custo de produção. A otimização da cadeia com a realização da solda e teste de estanqueidade logo após a injeção dos tanques é outro fator de melhoria que diminui os custos com transportes logísticos dentro da empresa e também diminui desperdícios causados por estas movimentações de produtos pela fábrica.

Outro ponto é a liberação de área fabril na empresa para a realização de outros processos de interesse, aproveitando também a área de produção dos *colocations* com a instalação das máquinas. Com a otimização do layout industrial, tanto na alocação das máquinas dentro dos *colocations* como da liberação de área da empresa, todos os objetivos podem ser estabelecidos conforme mencionado nos capítulos de fundamentação teórica, no qual uma série de perdas podem ser eliminadas, horas-homem de transporte e inventários podem ser reduzidos como também uma maior agregação de valor ao produto é alcançada por meio da combinação das competências operacionais logísticas.

4.3 Análise da Oportunidade com o *Colocation*

Visando a busca destas melhorias de processo, um workshop foi montado com a participação de apenas um *colocation* e com o time de engenharia e suprimentos da empresa. Todo o projeto foi explicado e os interesses de realizar as movimentações foram demonstrados. A ferramenta RFI (*Request for Information*), a qual está integrada aos conceitos de *Strategic Sourcing*, foi implementada nessa situação ao ser detalhado a proposta do projeto e compreender se o fornecedor era capaz de atender às expectativas da empresa por meio da coleta de informações sobre o seu *know-how* dos processos de solda e teste de estanqueidade. Diante disto, a próxima técnica utilizada foi um RFP (*Request for Proposal*).

Nesta técnica foi solicitado ao *colocation* que apresentasse alternativas para atender a necessidade do fornecedor de assumir esses novos processos e se há algum questionamento a ser levantado. A partir disto, foi solicitada uma vista das máquinas e alguns questionamentos

foram levantados pelo time do *colocation*. Entre as dúvidas estavam pontos relacionado a volume produção mensal, ciclo por equipamento somando os processos de solda e teste, porcentual de scrap e sua responsabilidade, quantidade e dimensões dos equipamentos, responsabilidade e plano de preventiva para manutenção e o histórico de modo de falhas de transporte e armazenamento.

Por se tratar de um projeto novo, no qual os tanques sempre foram transportados sem a solda, não havia qualquer tipo de histórico ou documentação sobre falhas no transporte ou armazenamento. Com isso, foi preparado uma Análise de Modos de Falhas e Efeitos (*Failure Model and Effect Analysis - FMEA*) para este projeto, conforme mostrado no Quadro 2. Todas as possibilidades de falha no projeto são especificadas e classificadas pelo FMEA garantindo que qualquer situação que possa atrapalhar o projeto seja previamente identificada e desenvolvida uma ação de redução de risco.

Um modo potencial de falha detectado no FMEA foi a possibilidade de falha na solda da almofada com o tanque quente, cujos efeitos podiam ser o aumento de scrap, cujo índice pretende-se diminuir, e pequenas paradas de produção. A causa potencial para tal falha envolvem parâmetros que possam não atender a solda a quente, ou seja, deve-se garantir que esta configuração de parâmetros esteja dentro dos requisitos de projeto para a sua continuação. Como detecção do problema, o método de verificação após a solda é o próprio teste de estanqueidade. Tal falha possui índice de detecção e severidade baixos, entretanto, o índice de ocorrência pode ser maior se não tratado.

As máquinas de solda e teste de estanqueidade seriam colocadas próximas às injetoras do *colocations* como forma de otimizar o fluxo de produção, ou seja, solda e teste devem ser realizados logo após o processo de injeção do item. Após os testes experimentais, mesmo soldando as tampas com uma temperatura mais elevada do tanque, nenhum problema de solda ou vazamento foi detectado durante os testes.

Quadro 2. Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA).

Índice e/ou Componente, Systems, Processo ou Número/Nome de estação.	O que esse projeto ou processo faz? Qual a função desse componente, sistema, processo ou etapa de processo?	O que poderia dar errado? Como possivelmente poderia falhar o projeto / processo / etapa de processo para cumprir a função? (Considere também potenciais afirmações de reclamações de clientes externos ou internos).	Como o modo de falha afeta consumidores, revendedores, manufatura ou próxima etapa de processo, etc? Quais são as experiências deles e/ou reação?	vide tabela Severidade	Como, no projeto (DFMEA) ou processo (PFMEA) pode-se gerar o modo de falha? Seja específico e foque as causas relativas à sua área de influência.	vide tabela Ocorrência	vide tabela Ocorrência	O que será feito para prevenir a causa ou o modo de falha de ocorrerem?	Que método de verificação será usado para detectar a causa ou o modo de falha?	vide tabela Detecção	SOD	Decisão!	O que deve ser feito para reduzir o risco? Reduzir tanto severidade, ocorrência e detecção (respectivamente)
Componente/ Sistemas/ Processo/ Operações/ Índice	Função	Modo Potencial de Falha	Potencial Efeito(s) da Falha	Severidade	Potencial causa(s) / Mecanismo(s) da falha	Ocorrência (Fábrica)	Ocorrência (Campo)	Atuais controles de PREVENÇÃO de projeto e processo	Atuais controles de DETECÇÃO de projeto e processo	Detecção	SOD	Tomada de Ação?	Ações Recomendadas
Colocations	Solda e Teste do Tanque	Demora no atendimento em caso de quebras dos equipamentos	Micro paradas / Scrap de tanques	5	Ausência de Fluxo de Help Chain	5	5	Não tem	Visual	5	555	Ação Obrigatória	Criar fluxo de Help Chain para atendimento dos Colocations
		Colocation assumir scrap de tanques com falha na solda	Aumentar custo do contrato	5	Índices e responsabilidades não definidas em contrato	7	7	Não tem	Não tem	7	577	Ação Obrigatória	Colocar em contrato condições e metas do fornecedor
		Layout não permite inclusão dos novos equipamentos	Cancelamento do projeto	7	Falha no dimensionamento do layout	5	5	Não tem	Não tem	7	797	Ação Obrigatória	Realizar estudo do layout para possibilitar inclusão de máquinas
Abastecimento	Abastecimento de peças para o Colocation	Ausência de rota para abastecer Colocations	Perda de produção / Inclusão de MOD	3	MOD não contemplada	7	7	Não tem	Não tem	5	375	Ação Optativa	Avaliar se rotas atuais atendem o Colocation
	Movimentação	Danificar tanque durante o transporte ou manuseio	Aumento de scrap para Logística	5	Manuseio e acomodação incorreta no carrinho.	3	3	Não tem	Não tem	7	537	Ação Obrigatória	1. Criar SOP e fazer orientação aos operadores do correto manuseio e armazenagem; 2. Criar procedimento para reenvio e teste no Colocation do tanque que sofreu queda;
				5	Aumento de scrap não contemplado	3	3	Não tem	Não tem	7	537	Ação Obrigatória	Fazer teste de resistência da solda para avaliar risco de quebra
Processo de Solda e Teste	Solda do Tanque	Falha da solda com tanque quente	Micro parada / Aumento de scrap	3	Parâmetros atuais não atendem à solda com o tanque quente	5	5	Não tem	Teste de estanqueidade	1	381	N/A	Garantir que solda atenda à condição do tanque quente
	Teste do Tanque	Reprovas imprecisas	Micro paradas	3	Borracha de vedação não realizando a função adequadamente	5	5	Não tem	Não tem	7	357	Ação Optativa	Realizar estudo para desenvolvimento de nova borracha / posição de vedação
Montagem tub trap	Fixação do tub trap	Processo de montagem não absorver operação	Utilizar tanque com reprova precedente	9	Erro na segregação do tanque	5	5	Não tem	Não tem	7	957	Ação Obrigatória	Criar área adequada para segregação dos tanques
			Micro parada / Aumento de MOD	3	GBO não possibilita acréscimos de operação	7	7	Não tem	Não tem	7	377	Ação Optativa	Realizar análise e teste de fixação com o tanque quente
		Fixar tub trap com o tanque quente (Colocation)	Epanamento durante fixação com o tanque quente	5	Torque especificado não atende à condição do tanque	5	5	Não tem	Não tem	7	557	Ação Obrigatória	1. Realizar teste de fixação com tanque quente, ajustando torque até condição permissível; 2. Avaliar condição da fixação após resfriamento do tanque.

Fonte: Elaborado pelo empresa (2019).

Adicionalmente ao FMEA foram realizados testes de resistência e impacto a fim de identificar qualquer dano que pudesse ser causado caso o transporte dos tanques após a solda pudesse dar errado. O intuito principal era realizar a teste de estanqueidade após os tanques sofrerem as quedas de teste. Foram realizadas diversas quedas em diferentes ângulos, conforme apresentado na Figura 13, e novamente o teste de estanqueidade para aprovação. Para os casos estudados, os testes foram aprovados sem qualquer tipo de vazamento.

200

Figura 13. Testes de queda.



Fonte: Elaborado pelo empresa (2019).

Após o levantamento de todas as informações e esclarecimento de dúvidas junto ao *colocation*, foi solicitada a cotação do serviço de solda e teste de estanqueidade por meio da terceira e última técnica de *Strategic Sourcing*, o RFQ (Request for Quotation). Como relatado, por se tratar de um projeto estratégico a tomada de decisão por parte do time de suprimentos tem como ferramenta essencial o *Strategic Sourcing Initiative* (SSI). Tal ferramenta é usada para que a agregação de valor seja alcançada na cadeia de suprimentos junto aos fornecedores estratégicos. As cotações foram solicitadas apenas para o *colocation* C4 primeiramente como forma de entender custos iniciais de projeto e o impacto causado.

4.4 Análise da Proposta

Após a realização do workshop com o *colocation* C4, no qual foi explicado e detalhado o projeto de movimentações de máquinas de solda e teste de estanqueidade, todas as ferramentas de *Strategic Sourcing* foram implementadas para que as negociações entre os objetos de estudo fossem iniciadas. Uma grande parte de informações e dúvidas foram colhidas mas sempre há espaço para a elaboração de novos questionamento com o decorrer do projeto.

A última ferramenta utilizada foi o Request for Quotation (RFQ), que se refere ao pedido de cotação para o serviço de solda e teste pelo *colocation*. Na cotação enviada pelo fornecedor,

além dos preços dos serviços que foram baseados pela suposição de volumes mensais de produção variados, também foram mencionados alguns outros investimentos.

Os valores enviados pelo *colocation* para os serviços de solda e teste de estanqueidade são apresentados no Quadro 3.

201

Quadro 3. Valores do *colocation* para os serviços de solda e teste de estanqueidade.

- ✓ **Volume mensal de 110 mil produtos:** valor R\$ 1,18 unitário sem impostos
- ✓ **Volume mensal de 100 mil produtos:** valor R\$ 1,32 unitário sem impostos
- ✓ **Volume mensal de 90 mil produtos:** valor R\$ 1,45 unitário sem impostos
- ✓ **Volume mensal de 80 mil produtos:** valor R\$ 1,59 unitário sem impostos
- ✓ **Volume mensal de 70 mil produtos:** valor R\$ 1,75 unitário sem impostos
- ✓ **Volume mensal de 60 mil produtos:** valor R\$ 1,92 unitário sem impostos
- ✓ **Volume mensal de 50 mil produtos:** valor R\$ 2,11 unitário sem imposto
- ✓ **Volume mensal de 40 mil produtos:** valor R\$ 2,32 unitário sem impostos

Fonte: Dados do *colocation* (2019).

Como pontos adicionais ao apresentado no Quadro 3, o *colocation* enviou em proposta os seguintes pontos a serem adicionados: investimento em esteiras no valor entre R\$ 45 mil a R\$ 60 mil, faturamento do scrap no processo de solda e um total de mão de obra direta de doze funcionários.

O volume de produção está diretamente associado ao volume de vendas de produtos eletrodomésticos e é volátil a qualquer movimento brusco do mercado. Segundo o time do *colocation*, não há uma produção fixa de tanques devido as oscilações de vendas e por este motivo uma análise mais detalhada por volume foi desenvolvida. À medida que o volume diminui os valores são elevados como mostrado. O volume mensal médio varia entre 90 mil e 100 mil produtos, entretanto, nenhum valor médio foi negociado.

A proposta inicial por parte do time de suprimentos seria uma apuração mais detalhada do volume anual para o ano seguinte e, por meio de uma cláusula contratual, reajustar a fórmula de preço por tonelagem com a inserção do novo serviço praticado pelo *colocation*. O preço por tonelagem é um valor fixo de faturamento para cada tonelagem de material fabricado, ou seja, a cotação de um item é feita por meio da consulta em lista técnica de seu peso e calculando-se seu valor pelo preço por tonelagem.

Os investimentos em esteiras não estavam previstos pelo time de engenharia e suprimentos da empresa, entretanto, para realizar a movimentação de tanques que saem das

injetoras para as máquinas de solda e teste o trabalho manual tornaria o processo mais moroso e menos funcional, o que não convém com práticas até mesmo do *World Class Manufacturing*.

A fatura de scrap na solda é uma prática realizada em alguns processos de manufatura, enquanto que muitas vezes a ocorrência de desperdícios ou falhas é causado por motivos técnicos do próprio maquinário. Entretanto, o objetivo é manter ou diminuir os índices de scrap atuais e, caso um aumento seja observado, pontos adicionais em contrato devem ser adicionados para eventuais extrapolações de índices pré-definidos de scrap.

A utilização de doze funcionários envolve a consideração de todos turnos e folgas visando não interromper a produção, entretanto esperava-se um número menor de mão de obra. Compreender a variação da demanda torna-se fundamental para a elaboração de uma escala justa em relação às folgas e os horários dos turnos a serem seguidos. Pelo fato dos *colocations* estarem localizados dentro da empresa há o conhecimento sobre os processos produtivos internos, principalmente processos que envolvem injeção plástica e o quanto de mão de obra direta deve ser utilizada.

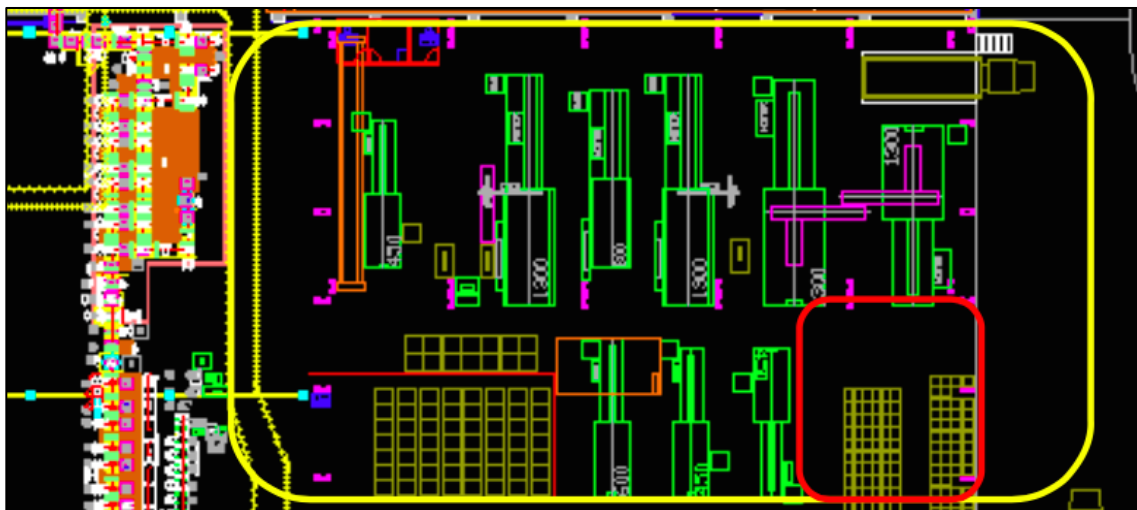
Com as cotações iniciais definidas, o time de engenharia levou o projeto para avaliação e aprovação orçamentária junto ao time de controladoria da empresa por meio da abertura de um Business Case. A principal análise realizada é sobre o prazo de retorno do investimento no projeto. Em outras palavras, refere-se ao tempo de retorno do investimento inicial até o momento no qual o ganho acumulado se iguala ao valor deste investimento. O retorno calculado pela controladoria é de um ano e meio para que todo investimento seja recuperado. A empresa aceita projetos com um tempo de retorno de no máximo um ano, ou seja, o projeto estaria fora dos padrões de aprovação.

Diante de tal situação, uma segunda reunião foi agendada com o time do *colocation* para o questionamento do proposta enviada. As questões do investimento e do uso de doze operadores foi a principal pauta. Entretanto, a proposta do fornecedor era válida pelo fato da ocorrência de gargalos na operação de injeção somados aos processos de solda e teste de estanqueidade. A quantidade atual de operadores está no limite de operação e com o novo projeto a quantidade de mão de obra deve ser revista.

Outro ponto levantado é o gargalo de armazenamento de tanques na planta do *colocation*. Após a injeção de um tanque o mesmo é transferido para uma área de estoque provisório, conforme apresentado na Figura 14, até que um veículo programado pela logística da empresa faça a coleta dos tanques para a realização da solda e do teste e, posteriormente, o posicionamento nas linhas de montagem. Com a instalação das máquinas, uma parte desta área é utilizada e o estoque é automaticamente reduzido.

Assim, visando um fluxo mais contínuo para evitar gargalos a logística deve ser acionada para ajustes na frequência de coletas, garantindo assim que nenhum atraso ou parada de linha ocorra. Configurar o layout pode ter custos elevados e muitas vezes não é fácil de realizar, porém, garante melhorias no fluxo de trabalho que podem trazer reduções de custo e benefícios para a empresa.

Figura 14. Área de estoque provisório no *colocation* em vermelho.



Fonte: Elaborado pelo empresa (2019).

Após a segunda reunião realizada, o time de engenharia da empresa levantou pontos relevantes junto ao time de suprimentos. O primeiro ponto se refere ao tempo de retorno do investimento calculado o qual não é vantajoso para a empresa sem que uma negociação mais profunda seja feita. Sem a redução do tempo de retorno do investimento, não há possibilidade de aprovação do projeto.

Outro ponto levantado é a inserção do outro *colocation*, o C6, nas negociações e realizar a movimentação de algumas máquinas para este fornecedor. O motivo principal é a produção de uma categoria de tanque que é injetada em ambos os *colocations*, ou seja, há um divisão do volume de produção. Segundo o time de engenharia não há redução de custos e não há viabilidade de seguir com o projeto sem o envolvimento do C6 pois não é viável a produção de uma parte de tanques com solda e outra parte sem solda.

Desta forma, as movimentações das máquinas devem ser realizadas simultaneamente para os dois fornecedores, caso contrário, o estoque da empresa se torna fragmentado por tanques com e sem solda tornando o processo de controle de inventário mais complicado. A organização do fluxo produtivo é papel fundamental para o funcionamento eficiente da cadeia de suprimentos (*supplychain*), garantindo que todas as operações, desde a entrada de matéria prima até a entrega do produto final para o cliente, ocorram com eficácia e relevância.

4.5 Breve Resumo do Tópico

Neste tópico foi detalhado o processo de fabricação dos tanques das máquinas de lavar da empresa que é objeto de estudo. Processos como por exemplo injeção plástica, soldagem por fricção e testes variados foram descritos e citados também o maquinário envolvido. O

contato com o fornecedor é explícito por meio de reuniões e negociações e toda documentação por meio de fotos, documentos e orçamento são relatados.

204

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este tópico apresenta as conclusões do trabalho, as considerações finais, as limitações da pesquisa e as propostas de trabalhos futuros.

5.1 Conclusões

Para este trabalho de graduação estabeleceu-se como objetivo principal a implementação dos conceitos de *Lean Manufacturing* e *Strategic Sourcing* no contexto de um processo de injeção plástica no intuito de verificar o impacto sobre os custos.

Para o problema de pesquisa exposto foi levantado toda uma fundamentação teórica dos conceitos da manufatura enxuta e de ferramentas de negociação com fornecedores para associar o projeto de transferência de máquinas de solda e teste de estanqueidade no ambiente fabril dos *colocations*. Uma análise de custos foi realizada e conclui-se que um aprofundamento nas negociações é necessário como também o envolvimento de outro fornecedor no projeto, enquanto que o processo de injeção de um mesmo produto é compartilhado entre ambos.

O objetivo geral do trabalho, que envolve a implementação e a análise de conceitos de *Lean Manufacturing* e *Strategic Sourcing* em um processo de injeção plástica, foi atingido por meio das análises das propostas de cotação do *colocation 4* obtidas por meio das ferramentas de fornecimento estratégico e mediante observações feitas na produção dos tanques por meio do mapeamento dos processos de solda e teste, estudos de limitação de espaço fabril, tanto na empresa como no *colocation*, e dificuldades logísticas previstas com as instalações das máquinas.

Em consideração aos objetivos específicos, todos pontos foram trabalhados no decorrer do projeto que, apesar de não ser finalizado até o presente momento, conseguiu atender a proposta de estudo.

- a) Os conceitos de *Lean Manufacturing* foram abordados genericamente e algumas características foram trabalhadas com maior detalhamento como teorias de desperdícios e melhoria contínua no ambiente fabril. O *World Class Manufacturing* foi envolvido por ser uma ramificação fiel das teorias da manufatura enxuta e ser a principal ferramenta utilizada pelo objeto de estudo nos seus processos produtivos;
- b) Os conceitos de *Strategic Sourcing* foram relatados e algumas de suas ferramentas de negociação foram abordadas com maior detalhamento durante o processo de negociação para a cotação de serviços de solda e teste de estanqueidade. As estratégias de negociações também envolveram workshop e reuniões presenciais para a compreensão do projeto;
- c) As especificações do maquinário envolvido foram demonstradas por meio de documentos ilustrativos de sua localização no layout fabril como também o mapeamento dos

fluxos de atividades de cada máquina. Conclui-se que o estudo do layout fabril do colocations é necessários para a correta alocação das máquinas sem afetar significativamente o cronograma de estoque e movimentos logísticos de coleta de produtos. Todos os modos potenciais de falhas foram detalhados com seus efeitos, causas e prevenções por meio da planilha de FMEA, ferramenta fundamental para prevenção de possíveis problemas de projeto;

d) Com a proposta enviada pelo fornecedor um plano de estratégia pode ser seguido por meio do envolvimento contratual do serviço e envolvimento do segundo *colocation* como forma de se obter uma apuração mais precisa do impacto da externalização do serviço de solda e teste de estanqueidade.

Em resumo, os objetivos do trabalho foram atendidos com a integração do conceitos da teoria associados ao estudo de caso.

5.2 Considerações Finais

A proposta de trabalho desenvolvida promove o entendimento de processos produtivos de produtos do cotidiano e de conceitos de melhorias de fluxos de produção que são o conteúdo principal do correto desenvolvimento fabril de muitas empresas e que podem ser aplicadas fora delas também.

Em outro panorama, o estudo de caso traz o desafio para a realização de um projeto de melhoria contínua na empresa que busca zero desperdícios e otimização de fluxos complexos de produção. O projeto envolveu diversas áreas como engenharia, controladoria, logística e suprimentos e determina que o alinhamento entre as áreas citadas deva ser constante para o avanço do estudo. O lançamento da proposta de projeto foi iniciada em meados do primeiro semestre entretanto proporcionou o desenvolvimento da coleta de informações, das análises de obstáculos a serem estudados e das primeiras estratégias de fornecimento do serviço.

O intuito inicial do projeto pretendia envolver apenas o *colocation* 4 para o desenvolvimento do projeto. Todos os detalhes do projeto foram discutidos em workshop e uma requisição de cotação foi solicitada. O não envolvimento do *colocation* 6 no início das conversas remete-se ao fato do relacionamento entre as empresas estar fragilizado por problemas de qualidade e entrega e, por este motivo, decidiu-se a estratégia de fonte única de fornecimento. Entretanto, tal estratégia não é possível de seguir devido à divisão do volume de produção de uma categoria de tanque específica. As negociações, portanto, não envolveram a participação do *colocation* 6 no projeto.

5.3 Limitações de Trabalho

O trabalho se propôs a avaliar a externalização de serviços de solda e teste de estanqueidade dentro do contexto abordado do *World Class Manufacturing* e de conceitos de fornecimento estratégico. O estudo não foi realizado junto ao *colocation* 6 como citado na seção 5.2 e a continuação do desenvolvimento do trabalho foi influenciado por limitações de tempo.

As deficiências de fornecimentos e os problemas de qualidade foram os requisitos principais que limitaram o contato com o fornecedor. Para o tanque plástico produzido em ambos *colocations* foi estudada a possibilidade de movimentação do volume total de produção para o *colocation* 4 e, assim, todo o processo de solda e teste de estanqueidade seria concentrado neste fornecedor. Entretanto, o *colocation* 4 não possuía disponibilidade de carga em suas máquinas para produção e havia limitação de espaço para a alocação de todas as máquinas de solda e teste, com isso, a proposta tornou-se inviável.

206

Análises de investimentos e mudanças estratégicas dentro da empresa passam por mais de uma área de aprovação e o fator tempo torna-se influenciador no desenvolvimento do trabalho proposto. O projeto dentro da empresa não foi finalizado pelo fato de que mudanças nos fluxos produtivos de empresas de grande porte tornam-se morosas para serem aprovadas e requer alinhamento completo das áreas de interesse.

Por se tratar de um projeto iniciado ainda no primeiro semestre o projeto deve continuar em análise. Cabe ressaltar que não era objetivo do trabalho esgotar todas as possíveis análises do processo, e sim, apenas aquelas propostas nos objetivos expostos na seção 1.4.

5.4 Propostas de Trabalhos Futuros

A partir das conclusões e considerações finais deste trabalho, evidencia-se possibilidades de continuação do trabalho proposto, assim, sugere-se as seguintes propostas para estudos futuros:

- a) Realizar um outro estudo e considerar a participação do *colocation* 6 no desenvolvimento do projeto e avaliar as diferenças de resultados.
- b) Estudar e aplicar conceitos e técnicas logísticas associadas ao World Class Manufacturing para alocação de tanques injetados, soldados e testados dentro dos *colocations* devido a diminuição de espaço físico após a instalação das máquinas;
- c) Estudar e aplicar outras análises sobre estratégias de negociação contratual para a realização de contratos com fornecedores que utilizam o espaço interno de empresas para sua produção.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. **O Sistema Just in Time Reduz os Custos do Processo Produtivo**. In: II Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos. Campinas-SP. 1995. 35p. Anais... Associação Brasileira de Custos, 16 a 20 de out. 1995.

BAGNO, R. B.; GOLÇALVES, F. F.; GUIMARÃES, I. A. D. **Manufatura de Classe Mundial (WCM) como uma jornada de mudança organizacional**: o caso de uma rede de fornecedores da indústria automobilística. In: X Encontro Mineiro de Engenharia de Produção. Juiz de Fora-MG. 2014. Anais... Fórum Mineiro de Engenharia de Produção (FMEPRO), 01 a 03 de maio 2014.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. São Paulo: Bookman, 2006.

CÂNDIDO, M. **Análise de modo e efeitos de falha potencial (FMEA) Manual de Referência**. 1. ed. Indianópolis: Instituto de Qualidade Automotiva (IQA), 2000. 44 p.

CALADO, R. D. **Aplicação de Conceitos de Manufatura Enxuta no Processo de Injeção Plástica e Tampografia de Peças Plásticas**. 2006. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 12.ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 712p.

DOUCEK, P. **Human capital in ICT – Competitiveness and Innovation Potential in ICT**. In: 19th IDIMT Conference. Praga, República Tcheca. 2011. Anais...Department of System Analysis Faculty of Informatics and Statistics University of Economics, 01 a 31 de julho 2011.

ENGEL, R.J. **Strategic Sourcing: a step-by-step practical model**. In: 89th Annual International Supply Management Conference, Nova Iorque – USA. 2004. Anais...The Procurement Centre, 24 a 30 de abril 2004.

FARIA, A. C.; VIEIRA, V. S.; PERETTI, L. C. Redução de custos sob a ótica da manufatura enxuta em empresas de autopeças. **Revista Gestão Industrial**, v. 08, n. 02, p. 186-208, 2012.

GALDAMEZ, E. V. C.; C., LUIZ C. R. Aplicação das técnicas de planejamento e análise de experimentos no processo de injeção plástica. **Gestão & Produção**, v. 11, n. 1, p. 121-134, 2004.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1996.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2016.

JOHNSON, J. C.; WOOD, D. F. **Contemporary logistics**. 6.ed. UpperSaddle River: Prentice Hall, 1996.

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

LUZZI, A. A. **Uma abordagem para projetos de layout industrial em sistemas de produção enxuta: um estudo de caso**. 2014. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

MITSUTANI, C. *Strategic Sourcing: a evolução, as aplicações e as tendências*. **Revista Mundo da Logística**, ano 1, ed. 5, p. 76-81, 2007.

MONDEN, Y. **Sistemas de redução de custos: custo-alvo e custo kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Campus 1997.

NOVAES, A. G. N.; ALVARENGA, A. C. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. 2.ed. São Paulo: Pioneira, 1997.

NUNES, C. C. M.; RIBEIRO, U. L.; MURTA, A. L. S.; RODRIGUEZ, M. V. R.; SILVA, E. C. *Strategic Sourcing: Uma Nova Abordagem da Área de Suprimentos*. **Sustainable Business International Journal**, v. 2, n. 2, p. 1-28, 2016.

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

OLIVEIRA, A. C. G. **Aplicação de técnicas *Lean Manufacturing* em um processo de injeção de plástico de engenharia**. 2015. 50f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade de São Paulo, Lorena-SP.

OLIVEIRA, P. H. F. **Estudo das propriedades e desempenho mecânico de juntas soldadas por fricção pontual de poli (metacrilato de metila) (PMMA)**. 2012. 190f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP.

PAIM, R.; CARDOSO V.; CAULLIRAUX H.; CLEMENTE R. **Gestão de processos: pensar, agir e aprender**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PALADY, P. **FMEA: análise dos modos de falha e efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. São Paulo: IMAM, 2004.

PASQUALE, C. C. *Strategic Sourcing*. **Revista Técnico-Científica da UNIESP**, v. 2, n. 8, p. 7-30, 2012.

PAWLAK, J. S.; MACEDO, M. **Princípios do *Lean Manufacturing* aplicados em uma fábrica de injeção de peças plásticas: análise do resultado operacional**. **Produto & Produção**, v. 15, n.4, p. 55-67, 2014.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da Concorrência**. 7.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro, Campus, 1992.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PUENTE, J.; PINO, R.; PRIORE, P.; FOUENTE, D de L.A decision support system for applying failure mode and effects analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Bradford, v. 19, n. 2, p. 137-151, 2002.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, C. L. **Gestão estratégica de custos: o custo meta na cadeia de valor**. Revista FAE, v.2, n.2, p.17-26, 1999.

SLAVOV, T. N. B.; FARIA, A. C.; SERIO, L. C.; PEREIRA, A. N. Contabilidade Enxuta (*Lean Accounting*) na indústria automobilística: o caso da Fiat. **Gestão & Regionalidade**, v. 29, n. 86, p. 88-103, 2013.

TEIXEIRA, A. S. C. **Aplicação de metodologias Lean em processos produtivos**. 2015. 61f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto - Portugal.

VIEIRA, V. S.; FARIA, A. C. **Redução de Custos sob a ótica da Manufatura Enxuta em empresa de autopeças**. In: XVIII Congresso Brasileiro de Custos. Rio de Janeiro, 2011. 24 p. Anais...Associação Brasileira de Custos, 11 a 13 de nov. 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YAMASHINA, H. ChallengetoWorld Class Manufacturing. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 17, n. 2, p. 132–143, 2000.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamentos e métodos**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 290p.

Os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.