

IGOR RAPHAEL MAMEDE INACIO COELHO

**Aplicação do lean manufacturing abordando a elaboração de um modelo que utiliza
mapa de fluxo de valor (vsm) aplicado a linhas de produção de
máquinas de vidro para automóveis**

Igor raphael mamede inacio coelho

**Aplicação do lean manufacturing abordando a elaboração de um modelo que utiliza
mapa de fluxo de valor (vsm) aplicado a linhas de produção de
máquinas de vidro para automóveis**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Cleginaldo Pereira de Carvalho

C672a Coelho, Igor Raphael Mamede Inacio
Aplicação do lean manufacturing abordando a elaboração de um modelo que utiliza mapa de fluxo de valor (VSM) aplicado a linhas de produção de máquinas de vidro para automóveis / Igor Raphael Mamede Inacio Coelho. – Guaratinguetá, 2018.
43 f : il.
Bibliografia: f. 41-43

Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018.
Orientador: Prof. Dr. Cleginaldo Pereira de Carvalho

1. Produção enxuta. 2. Controle de produção. 3. Métodos de linha de montagem I. Título

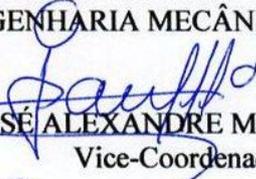
CDU 658.5

Pâmella Benevides Gonçalves
Bibliotecária/CRB-8/9203

IGOR RAPHAEL MAMEDE INACIO COELHO

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA


Prof.^a. Dr. JOSÉ ALEXANDRE MATELLI
Vice-Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. CLEGINALDO PEREIRA DE CARVALHO
Orientador/UNESP-FEG


Prof. ANTONIO LOMBARDI NETTO
UNESP-FEG


Prof. VAGNER BATISTA RIBEIRO
UNESP-FEG

Dezembro 2018

dedico este trabalho
de modo especial, à minha família

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Jeová, fonte da vida e da graça. Agradeço pela minha vida, minha inteligência, minha família e meus amigos,

ao meu orientador, *Prof. Dr. Cleginaldo Pereira de Carvalho* que jamais deixou de me incentivar. Sem a sua orientação, dedicação e auxílio, o estudo aqui apresentado seria praticamente impossível.

aos meus pais e minha irmã *Paulo, Lucienne e Michelle*, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram meus estudos.

às funcionárias da Biblioteca do Campus de Guaratinguetá pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar,

aos funcionários da Faculdade de Engenharia do Campos de Guaratinguetá pela dedicação e alegria no atendimento.

“Só sabemos com exatidão quando sabemos pouco; à medida que vamos adquirindo conhecimento, instala-se a dúvida.”

Goethe

RESUMO

No atual cenário brasileiro, são utilizadas diversas alternativas de gestão como o uso do *Lean Manufacturing* que busca reduzir a quantidade de desperdícios e aumentar a produtividade por meio de ferramentas como o VSM (*Value Stream Mapping*, em português, Mapa de Fluxo de Valor). Para atender a alta demanda de produtos do mercado, faz-se necessário realizar melhorias nas linhas visando diminuir o *lead time* de produção. Logo, a necessidade da busca pela melhoria contínua se evidencia. Este trabalho tem como objetivo verificar a aplicabilidade do mapa de fluxo de valor (VSM) nas linhas de produção de uma indústria do ramo de autopeças, a qual utilizou o método da ferramenta VSM visando reduzir o *lead time* em uma linha de produção de máquinas de vidro para automóveis. Com essa pesquisa-ação evidenciou-se o projeto realizado na empresa e exibe-se o projeto de redução do *lead time*, o modelo de realização do trabalho e as dificuldades que ocorreram.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean manufacturing*. VSM. *Lead time*. Ramo de autopeças.

ABSTRACT

In the current Brazilian scenario, several management alternatives are used, such as the use of Lean Manufacturing that seeks to reduce the amount of waste and increase productivity through tools such as Value Stream Mapping (VSM). To meet the high demand of products from the market, it is necessary to make improvements in the production lines in order to reduce the lead time. Therefore, the need for continuous improvement is evident. This work aims to verify the applicability of the Value Stream Mapping (VSM) in the production lines of an auto parts industry, which used the VSM tool method to reduce lead time in a glass machine production line for automobiles. Through the action research it is denoted the project at the company and it is evidenced the project of reduction of the lead time, the implementation work model and the difficulties and gaps that occurred.

KEYWORDS: Lean manufacturing. VSM. Lead time. Automobile branch.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Publicações “Lean Manufacturing” e “Value Stream Mapping”	13
Figura 2 – Análise de mercado para veículos automotores	14
Figura 3 – Princípios da produção enxuta	17
Figura 4 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor	20
Figura 5 – Cálculo do takt time	21
Figura 6 – Representação do supermercado no mapa de fluxo	22
Figura 7 – Estrutura lógica da abordagem Quantitativa	25
Figura 8 – Estruturação para condução da pesquisa-ação	26
Figura 9 – Mapa do fluxo de valor do estado atual	34
Figura 10 – Layout linha de produção	35
Figura 11 – Utilização dos processos	37
Figura 12 – Mapa do fluxo de valor do estado futuro	39
Quadro 1 – Formato de tabela utilizada pela empresa para obtenção dos dados	30
Quadro 2 – Processos utilizados pela linha de produção das máquinas de vidro.....	32
Quadro 3 – Informações gerais relevantes para análise das linhas de produção.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Painel da Simulação.....	36
Tabela 2 – Sumário dos Locais	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>Lean</i>	<i>Lean Manufacturing</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
MCDEA	<i>Multiple Criteria Data Envelopment Analysis</i>
Seg	Segundos
Min	Minutos
T/C	Tempo de Ciclo
TR	Tempo de Troca
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO	12
1.2	RELEVÂNCIA DO TRABALHO E JUSTIFICATIVA	13
1.3	QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVOS	14
1.3.1	Objetivo geral	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.4	CLASSIFICAÇÃO DO TRABALHO	15
1.5	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	15
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	PRODUÇÃO ENXUTA	17
2.2	MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR	19
2.3	SIMULAÇÃO	23
3	MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1	PESQUISA-AÇÃO	25
3.1.1	Estruturação da pesquisa-ação	26
3.1.2	Planejamento da pesquisa-ação	27
3.1.3	Coleta de dados	27
3.1.4	Análise dos dados e planejamento das ações	28
3.1.5	Implementação do plano de ação	28
3.1.6	Avaliação dos resultados e geração do relatório	28
3.1.7	Monitoramento	28
4	DESENVOLVIMENTO	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1	MAPA DO ESTADO ATUAL	32
5.2	SIMULAÇÃO	35
5.3	MAPA DO ESTADO FUTURO	37
6	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO

A redução dos tempos de produção combinada com a melhoria contínua da qualidade aliada à flexibilização dos processos são quesitos os quais devem estar em constante desenvolvimento em organizações de todos os ramos que buscam se manter competitivas (KHANCHANAPONG et al., 2014).

Esse constante desenvolvimento pressiona as empresas a entenderem melhor as necessidades da demanda do mercado, o qual está em constante mudança, como também, a medirem de forma mais detalhada seu desempenho produtivo. Para isso, são utilizadas diversas ferramentas da Manufatura Enxuta ou, em inglês, *Lean Manufacturing* (LM) (ESWARAMURTHI; MOHANRAM, 2013).

O termo *Lean Production* ou produção enxuta foi proposto por pesquisadores americanos de forma a trazer para o mundo ocidental as técnicas utilizadas pela Toyota, introduzidas por Womack, Jones e Roos (1990). Mais tarde, Womack e Jones (1996) ampliaram o termo para pensamento enxuto, enfatizando que o mesmo se aplica para toda a empresa.

Para Womack e Jones (1998), a palavra alvo da produção enxuta é “desperdício”, a qual é definida como qualquer atividade que absorve recursos e não cria valor. O antigo executivo da Toyota, Taiichi Ohno (1912-1990), classifica desperdício em 7 diferentes subproblemas: produtos que não atendem às necessidades e especificações dos clientes, etapas de processamento que não são necessárias, erros que exigem correção, pessoas ociosas porque uma atividade anterior não foi realizada no prazo especificado, produção de itens indesejáveis, acúmulo de mercadorias nos estoques, movimentação de pessoas e produtos sem propósito (QUEIROZ et al., 2004).

Em suma, o pensamento enxuto é uma forma de se fazer cada vez mais com cada vez menos, ou seja, menos equipamento, esforço humano, espaço e tempo e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam. Portanto, a base desse pensamento é localizar e eliminar todo e qualquer desperdício, os quais não agregam valor ao cliente (QUEIROZ et al., 2004).

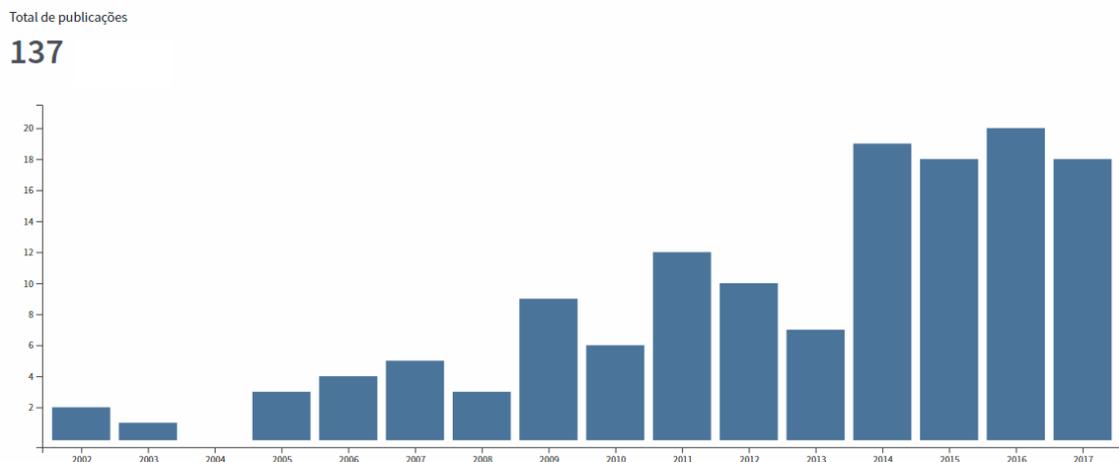
Rother e Shook (1999) afirmam que para criar o fluxo de valor enxuto a técnica mais apropriada e importante é o Mapeamento do Fluxo de Valor ou Value Stream Mapping, uma ferramenta extremamente simples desenvolvida e difundida mundialmente pelos próprios autores e que compreende o fluxo de material e de informações.

1.2 RELEVÂNCIA DO PROJETO E JUSTIFICATIVA

O mercado vem passando por transformações que formam um novo contexto dinâmico para as organizações e, em especial, na indústria brasileira. Seus produtos têm de competir em preço e qualidade com similares estrangeiros, vindos tanto de países com alto nível de desenvolvimento tecnológico quanto de países onde os custos de fabricação estão em um patamar bem mais baixo. Tal fato força a empresa brasileira a desenvolver novas tecnologias e produtos visando a redução de custos, do tempo de desenvolvimento de novos produtos, das não conformidades, da manutenção, etc (GUNER GOREN, 2016).

Ao se analisar os resultados de pesquisa relacionados, nota-se que apesar de não se tratar de um assunto novo na literatura, há muitos estudos envolvendo este assunto a partir da década de 1990, conforme ilustrado pela Figura 1, a qual mostra que, na plataforma Web of Science, quando se combinam as palavras-chave “*Lean Manufacturing*” e “*Value Stream Mapping*”, a maioria dos trabalhos foram publicados nos últimos 4 anos:

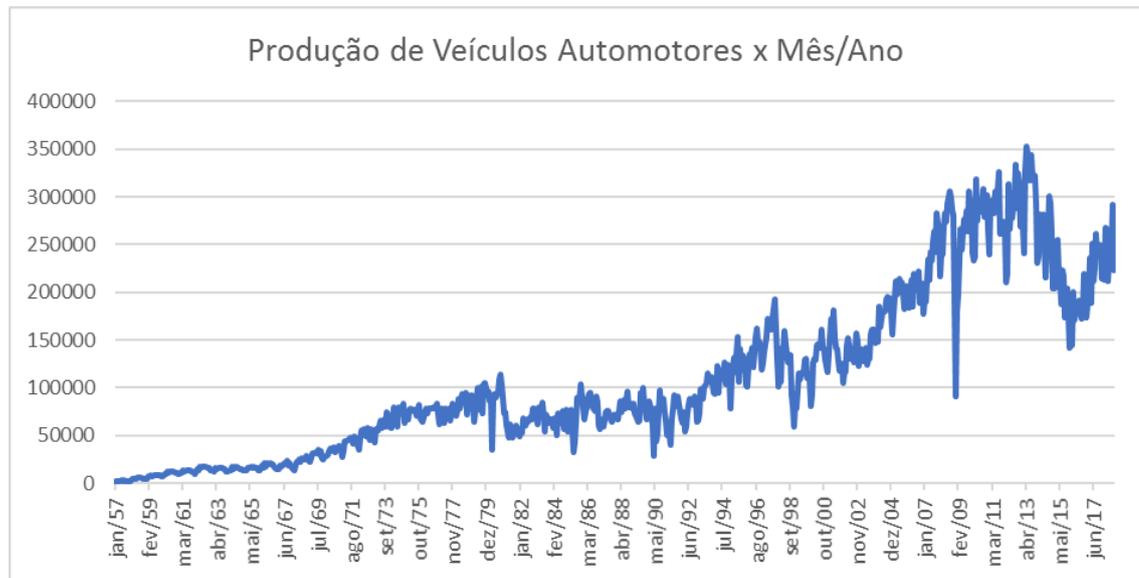
Figura 1 – Publicações “Lean Manufacturing” e “Value Stream Mapping”



Fonte: Web of Science (2018)

Como forma de ilustrar a relevância deste trabalho, fez-se também um levantamento da produção geral de veículos automotores no Brasil pela plataforma da ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), visando mostrar a instabilidade que este tipo de indústria vem apresentando no país desde o seu início, como também os problemas que vem enfrentando nos últimos anos, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Análise de mercado para veículos automotores



Fonte: Associação nacional dos fabricantes de veículos automotores (2018)

A filosofia *Lean* foi inicialmente divulgada nos trabalhos de Womack, Jones e Roos (1992), Shingo (1981), Womack e Jones (1996) e Hines, Holweg e Rich (2004). Tais trabalhos citados acima mencionam o uso do mapeamento do fluxo de valor como meio para identificação dos desperdícios da produção.

Com base no que foi dito, deduz-se que a identificação de fatores de desperdício (tempo, atividades desnecessárias, retrabalhos, etc.) na produção podem reduzir o *lead time*, por reduzir atividades desnecessárias, e o custo da produção, por reduzir retrabalhos. Podendo assim, trazer uma grande vantagem competitiva para uma determinada organização (SALGADO et al., 2009).

No intuito de promover a análise proposta, o mapeamento de fluxo de valor se mostra a ferramenta mais adequada pela fácil identificação das atividades que agregam e que não agregam valor ao processo produtivo em questão (ROTHER; SHOOK, 1999).

1.3 QUESTÃO DO TRABALHO E OBJETIVOS

A realização deste trabalho busca responder à seguinte questão: a redução dos desperdícios no processo produtivo da empresa estudada, apoiado pelo mapeamento de fluxo de valor e simulações contribui, para a redução do *lead time* de produção?

1.3.1 Objetivo geral

Verificar a aplicabilidade do mapa de fluxo de valor (VSM) na linha de produção de máquinas de vidro para automóveis.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar os maiores desperdícios de tempo e recursos;
- Fazer o mapeamento do estado atual dos processos existentes nas linhas de produção;
- Conduzir simulações para identificar melhorias e redução de desperdícios;
- Propor mudanças na linha de produção oriundas da simulação e do mapa de fluxo de valor (VSM) do estado futuro.

1.4 CLASSIFICAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho pode ser classificado como:

- Natureza: Aplicada;
- Objetivo/Meio: Pesquisa de Campo;
- Forma de Abordagem: Quantitativa;
- Objetivos/Fins: Pesquisa Descritiva;
- Procedimento Técnico: Pesquisa-ação

Fatores que serão melhor abordados na seção de matérias e métodos.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A fim de testar qual das diferentes modelagens propostas refletiria melhor a realidade de uma empresa real, foi feita uma aplicação em uma pequena empresa que atua no mercado de autopeças produzindo máquinas de vidro para automóveis. Tais máquinas são responsáveis pela sustentação, elevação e abaixamento dos vidros das portas dos automóveis. O estudo ocorreu durante 2 meses nas linhas de montagem de máquinas de vidro da empresa.

Para solução do problema utilizou-se o mapeamento do fluxo de valor (VSM) dos estados atual e futuro e simulações.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Visando facilitar o entendimento, este trabalho foi arquitetado de forma a oferecer o embasamento teórico necessário para, posteriormente, apresentar a descrição do problema, os resultados e as conclusões. Mais especificamente, a estrutura do trabalho contempla, além deste capítulo, os seguintes itens:

- Fundamentação Teórica – definições acerca da produção enxuta (Lean Manufacturing) e do Mapeamento do Fluxo de Valor (Value Stream Mapping);
- Método – Pesquisa-ação;
- Descrição do problema e modelagem – apresentação do contexto da empresa, do formato dos dados utilizados e das modelagens propostas;
- Discussão dos Resultados – apresentação dos resultados obtidos e discussão sobre os mesmos;
- Conclusão e recomendações para futuras pesquisas ou trabalhos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PRODUÇÃO ENXUTA

A produção enxuta é uma estratégia gerencial para identificar e eliminar desperdícios a custos reduzidos e avançar em direção à produtividade e excelência (WOMACK et al., 1990).

O modo de pensar e as técnicas Lean têm sua origem na Gestão da Qualidade Total (TQM). A partir da participação ativa dos funcionários, a produção enxuta busca gerar maior satisfação do cliente por meio da melhoria contínua (SPAGNOL et al., 2013).

Para que a produção enxuta seja implementada, são necessárias duas etapas: primeiro, é necessário que se reduza o tempo de espera por meio de um sistema flexível de trabalho, com o auxílio de ferramentas como 5S. Depois, é necessário melhorar e padronizar os processos internos, utilizando ferramentas como SMED (redução do tempo de trocas e setups) e Jidoka (KUMAR; KUMAR, 2014).

Os cinco princípios os quais constituem a essência dinâmica da produção enxuta estão esquematizados na Figura 3 (TOUSSAINT; BERRY, 2013).

Figura 3 – Princípios da produção enxuta



Fonte: Adaptado de Spagnol et al. (2013)

A eliminação de desperdícios e a melhoria contínua são atividades desempenhadas pelas ferramentas da produção enxuta as quais orientam organizações. (MOURTZIS et al., 2016). 5S, Mapa de Fluxo de Valores (VSM) e Eficiência Global do Equipamento (OEE) são as mais conhecidas (SPAGNOL et al., 2013).

O 5S tem sua origem no Japão e é composto pelas palavras Seiri (Senso de Utilização), Seiton (Senso de Organização), Seisou (Senso de Limpeza), Seiketsu (Senso de Saúde) e Shitsuke (Senso de Autodisciplina). Essa ferramenta pode ser implementada pela organização inteira, pois se trata de uma das mais utilizadas para melhoria de processo e organização (ARUNAGIRI; GNANAVELBABU, 2014).

Os princípios que dão fundamento para o pensamento enxuto, definidos por Womack e Jones (1998), são:

- Valor: a produção enxuta busca exterminar as fontes de desperdício e gerar valor; sendo assim, o ponto de partida do pensamento enxuto é o valor; o valor é definido pelo cliente, do contrário corre-se o risco de produzir de forma eficiente para um cliente algo que ele não deseje;
- Cadeia de Valor: a cadeia de valor sugere o enxergar do todo; normalmente, o mapeamento da cadeia de valor demonstra que ocorrem três tipos de atividades ao longo de sua extensão, ou seja, atividades que com certeza agregam valor, atividades que não agregam valor de forma alguma, mas que são necessárias e, por fim, atividades que não agregam valor e não são necessárias, devendo, portanto ser eliminadas o mais rápido possível;
- Produção Puxada: a ideia da produção puxada é somente acionar um processo quando o processo seguinte solicitar; agindo assim, o objetivo é projetar processos para fazer somente o que o próximo processo precisa e quando precisa; em outras palavras, o cliente é quem deve puxar o produto, a produção e o valor; do contrário, os processos fornecedores tenderão a fazer o que os processos clientes não necessitam em determinado momento, levando, com essa prática, ao excesso de produção, formação de estoques, produção empurrada e, por fim, ao menos desejado, desperdício;
- Fluxo de Valor Enxuto: uma vez o valor com precisão especificado, a cadeia de valor mapeada e a produção puxada estabelecida, torna-se necessário fazer com que as atividades que criam valor fluam em um fluxo de valor contínuo e estável, o chamado fluxo de valor enxuto; em um contexto ideal, os produtos deveriam sempre fluir respeitando um fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado, sem movimentos inúteis, sem paradas inesperadas, sem estoques intermediários e sem filas;

- Perfeição: à medida que as necessidades anteriores sejam alcançadas, todos os envolvidos irão compreender que as oportunidades de redução de esforço, erro, espaço, tempo e custo são infinitas, fazendo assim com que a empresa possa oferecer um determinado produto que se aproxima o máximo do que o cliente realmente quer; sendo assim, a perfeição, o último elemento do pensamento enxuto, não parecerá mais uma ideia utópica.

2.2 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

O VSM, por definição, é o processo de mapeamento de fluxo de material e informações. Tal fluxo deve coordenar desde atividades produtivas até distribuidores e fornecedores, ou seja, toda a cadeia produtiva envolvida na entrega de produtos aos clientes (SUNDAR et al., 2014). Durante o mapeamento, são identificadas atividades que não agregam valor ou que de certa forma retardam o processo e as mesmas devem ser eliminadas (SPAGNOL et al, 2013).

Levando-se em conta que o objetivo principal da produção enxuta é o fluxo de valor enxuto desde a matéria-prima até o produto acabado. Logo, faz-se necessário levar em conta a situação mais ampla e não apenas os processos individuais, buscando assim melhorar o todo e não somente partes isoladas. Rother e Shook (1999) afirmam que para criar um fluxo de valor enxuto a técnica mais apropriada é o mapeamento de fluxo de valor, uma ferramenta simples desenvolvida e difundida mundialmente pelos autores e que compreende o mapeamento do fluxo de material e informação (ROTHER; SHOOK, 1999).

Pode-se explicar o mapeamento de fluxo de valor de forma simples, da seguinte maneira: siga os processos de produção de um determinado produto de porta a porta da planta, do consumidor ao fornecedor, e, criteriosamente, desenhe o mapa do estado atual de seus fluxos de material e informação. Em seguida, elabore o mapa do estado futuro, mostrando como o seu valor deveria fluir, com fluxos futuros melhorados de material e informação (SALGADO et al., 2009).

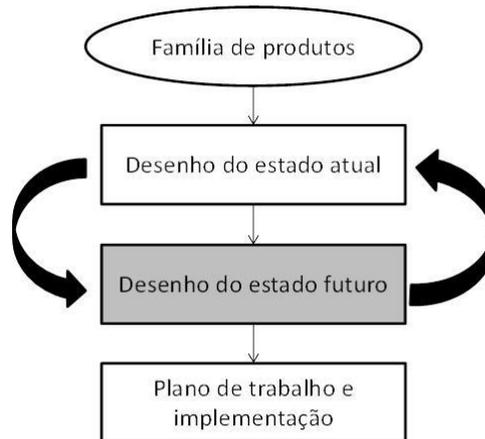
O fluxo de material é desenhado na parte debaixo do mapa, da esquerda para a direita. Na medida em que se percorre o fluxo de material de um determinado produto, poderão ser encontrados lugares onde o estoque se acumula. Tais pontos são importantes serem desenhados no mapa do estado atual, pois eles mostram onde o fluxo está parando (SALGADO et al., 2009).

Já o fluxo de informação é desenhado na parte superior dos mapas, da direita para a esquerda. Conforme se descobre de que forma cada processo é informado sobre o que fazer e quando fazer para o respectivo processo cliente. Podem ser identificados os movimentos de

materiais que são empurrados pelo produtor e não puxados pelo cliente (SALGADO et al., 2009).

Para melhor ilustrar o trabalho de Rother e Shook (1999), a aplicação prática do mapeamento do fluxo de valor deve seguir as etapas apresentadas pela Figura 4 (QUEIROZ et al., 2004).

Figura 4 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor



Fonte: Rother; Shook (1999)

- Primeira Etapa: selecionar uma família de produtos, composta por produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos similares em seus processos;
- Segunda Etapa: desenhar os estados atual e futuro, que é feito a partir de uma coleta de dados no chão de fábrica; as setas entre esses dois estados tem duplo sentido, o que indica que o desenvolvimento de ambos são esforços superpostos, ou seja, as ideias do estado futuro costumam vir à tona enquanto se está mapeando o estado atual, assim como desenhar o estado futuro também mostra importantes informações sobre o estado atual que podem ter passado despercebidas;
- Terceira Etapa: preparar um plano de implementação, em mais ou menos uma página, que descreva como se deseja chegar ao estado futuro e tão breve quanto possível pô-lo em prática; só então, assim que este estado futuro se tornar realidade, um novo mapa deverá ser desenhado, demonstrando assim a melhoria contínua do fluxo de valor; logo, sempre deverá haver uma mapa do estado futuro em implementação; do contrário, todo o esforço empregado para se desenhar o mapa do estado atual será em vão, a menos que o mapa seja utilizado para se

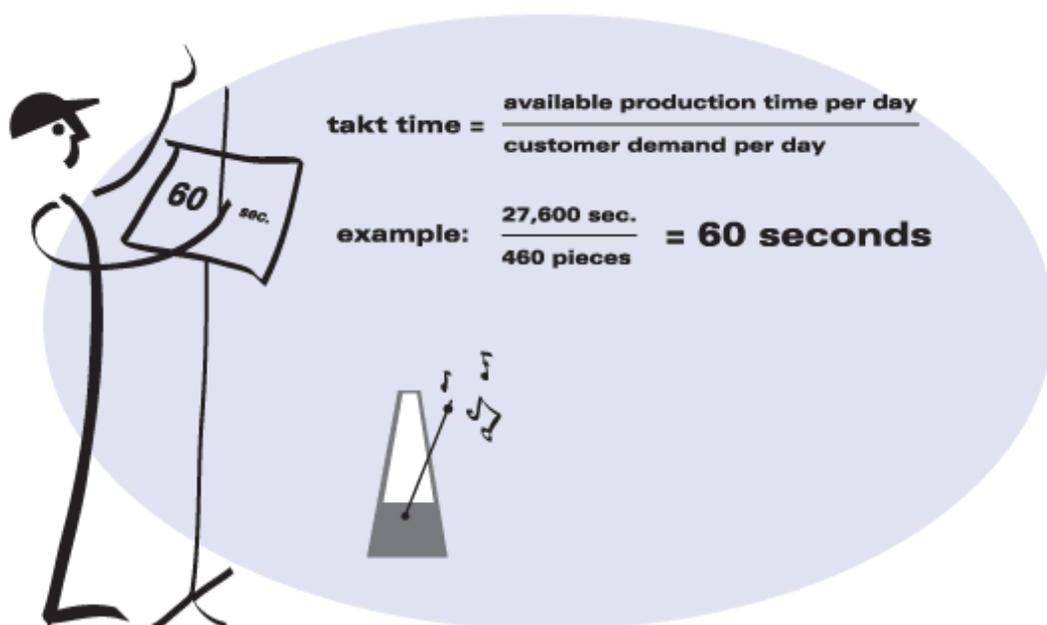
desenhar um respectivo estado futuro, o qual eliminará as fontes de desperdício e agregará valor ao cliente.

É importante se destacar que muitas pessoas são atualmente envolvidas na implementação enxuta e todos precisam, de alguma forma, entender o mapeamento de fluxo de valor. Todavia, o mapeamento do estado futuro e sua respectiva equipe de implementação precisam ser liderados por uma única pessoa, alguém que, de forma utópica, enxergue por meio dos fluxos de valor de determinados produtos e faça as coisas acontecerem (SALGADO et al., 2009).

No entanto, para que o mapa do estado futuro consiga de forma eficaz atingir um fluxo de valor enxuto da matéria prima ao produto acabado, é fundamental algumas regras que serão apresentadas a seguir (ROTHER; SHOOK, 1999):

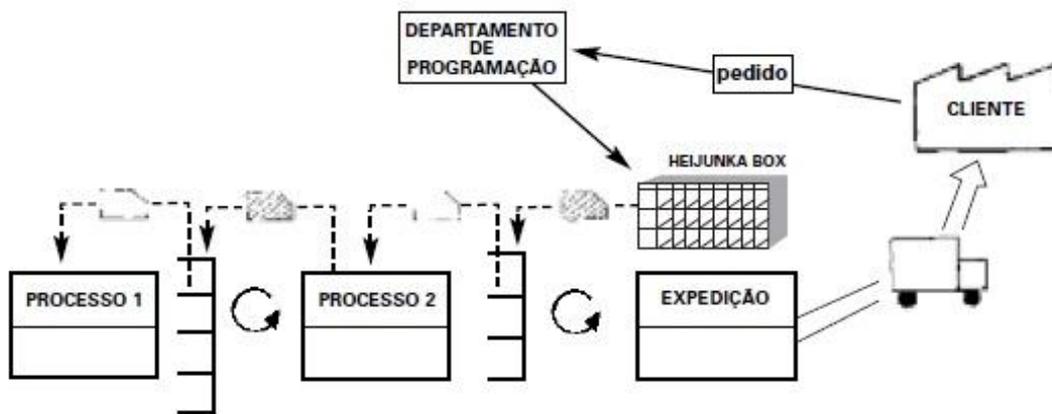
- Produzir em compasso com o *takt time*: o *takt time* é obtido dividindo-se o tempo disponível de trabalho pelo volume de demanda do cliente, e é utilizado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo de vendas, em particular no processo puxador; em outras palavras, trata-se de um número de referência que dá a noção do ritmo em que cada processo deve estar produzindo para atender à demanda do cliente, sem gerar excesso de produção; o cálculo do *takt time* é mostrado pela Figura 5.

Figura 5 – Cálculo do *takt time*



- Desenvolver fluxos contínuos onde há possibilidade: fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o próximo, sem nenhuma parada e, conseqüentemente, sem desperdícios;
- Utilizar supermercados onde o fluxo contínuo não se estende aos processos anteriores: frequentemente há pontos onde o fluxo contínuo não é possível, havendo assim a necessidade de fabricar em lotes; nesses casos é preciso instalar um sistema puxado com utilização de supermercados como mostra a Figura 6, onde o processo cliente vai ao supermercado e retira somente o que necessita e quando necessita, cabendo ao processo fornecedor produzir apenas para o reabastecimento; tais retiradas acionam o movimento do kanban impresso desde o supermercado até o fornecedor, onde são utilizados como instrução de produção para o determinado processo;

Figura 6 – Representação do supermercado no mapa de fluxo



Fonte: Rother; Shook (1999)

- Enviar a programação do cliente somente para o processo puxador: na utilização do sistema puxado com supermercado, geralmente será necessário programar um ponto no fluxo de valor porta-a-porta, sendo esse ponto chamado de processo puxador, uma vez que a maneira como se controla a produção nesse processo define o ritmo para todos os processos anteriores; no mapa do estado futuro, tal processo é controlado pelos pedidos dos clientes externos;

- Nivelar o mix de produção: nivelar o mix significa distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo; ou seja, ao invés de montar de uma vez só todos os produtos “tipo A” pela manhã e todos os produtos “tipo B” pela tarde, deve-se alternar repetidamente lotes menores de “A” e “B”; quanto mais se nivela o mix no processo puxador, mais apto se estará para responder às diferentes solicitações dos clientes com um lead time curto, enquanto se mantém um pequeno estoque de produtos acabados; por outro lado, nivelar o mix de produção requer um aumento considerável no número de trocas de ferramentas, fato que exigirá mais esforço do setor de montagem;
- Nivelar o volume de produção: liberar regularmente uma pequena quantidade de trabalho no processo puxador e retirar a mesma quantidade de produtos acabados; tal prática é chamada de retirada compassada e o incremento de trabalho de *pitch*, o qual é calculado pela multiplicação do *takt time* pela quantidade de transferência de produtos acabados no processo puxador;

Por fim, ainda de acordo com Rother e Shook (1999), com o mapa do estado futuro em mãos, é preciso implementá-lo o mais rápido possível conjuntamente com um plano de implementação do fluxo de valor, o qual deverá conter metas mensuráveis, responsáveis nomeados e datas definidas (SALGADO et al., 2009).

2.3 SIMULAÇÃO

Uma classe importante de modelos de pesquisa operacional são os de simulação. Tais modelos costumam ser os mais indicados para analisar sistemas complexos. Em geral, eles reproduzem as operações do sistema real à medida que este evolui com o tempo. Todavia, também podem ser utilizados para analisar o sistema em um instante de tempo particular (modelos estocásticos) (MIGUEL et al., 2010).

Modelos dinâmicos podem ser contínuos ou discretos. Modelos contínuos buscam reproduzir sistemas cujo comportamento muda continuamente com o tempo, como por exemplo, a simulação do processo de produção de biodiesel em uma indústria química qualquer. No qual as propriedades dos componentes nos reatores estão sempre se alterando continuamente e não se pode dizer exatamente quando cada mudança ocorre (MIGUEL et al., 2010).

Já os modelos de simulação discretos, como no caso deste trabalho, representam sistemas em que as mudanças ocorrem em pontos discretos do tempo. Sendo assim, os modelos discretos costumam ser os mais utilizados (MIGUEL et al., 2010).

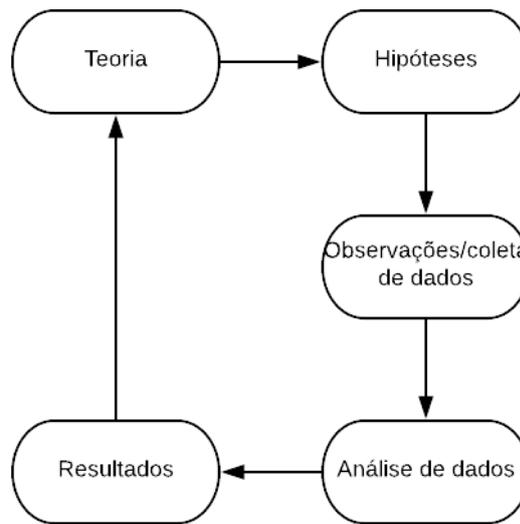
3 MATERIAIS E MÉTODOS

Com o estudo delimitado e os objetivos traçados, determinou-se quais seriam os métodos de pesquisa mais adequados e quais seriam os materiais necessários para atingi-los.

Com relação aos métodos de pesquisa, este trabalho pode ser classificado como:

- Natureza: Aplicada pois, segundo Kothari (2013), este trabalho busca solucionar um problema imediato que atinge uma organização ou sociedade;
- Objetivo/Meio: Pesquisa de Campo pois envolve técnicas de observação de fenômenos, seja presente ou não, e que no caso deste trabalho, observa-se o caso em uma empresa (KOTHARI, 2013);
- Forma de Abordagem: Quantitativa pois, de acordo Miguel *et al.* (2010), a abordagem quantitativa mostra-se eficaz para mensurar as variáveis da pesquisa como forma de captar a realidade. Tal fato ocorre porque um dos elementos mais importantes na pesquisa científica é a objetividade e uma das principais formas de se atingir isso é pelo uso da linguagem matemática. A estrutura lógica da abordagem quantitativa pode ser melhor compreendida na Figura 7;
- Objetivos/Fins: Pesquisa Descritiva pois busca investigar fatos e realidades da forma que eles acontecem (KOTHARI, 2013);
- Procedimento Técnico: Pesquisa-ação pois é um tipo de pesquisa empírica que é feita em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Tal resolução é promovida pelo envolvimento, de modo cooperativo ou participativo, dos pesquisadores e dos participantes representativos da situação ou do problema (THIOLLENT, 2007).

Figura 7 – Estrutura lógica da abordagem Quantitativa



Fonte: Adaptado de Bryman (1989)

Com relação aos materiais utilizados na pesquisa, a coleta de dados na empresa se deu por meio do preenchimento diário, durante 2 meses, de formulários de produção. O software ProModel® e o VSM foram utilizados, respectivamente, para simulação e posterior otimização do problema.

3.1 PESQUISA-AÇÃO

A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa com base empírica que é feita em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Tal resolução é promovida pelo envolvimento, de modo cooperativo ou participativo, dos pesquisadores e dos participantes representativos da situação ou do problema (THIOLENT, 2007).

Este método mostrou-se mais eficaz para este trabalho porque a pesquisa-ação, por definição, é normalmente realizada dentro de uma organização (empresa ou instituição) visando produzir conhecimento e resolver um problema prático (THIOLENT, 2007).

As principais características que definem a pesquisa-ação são (WESTBROOK, 1995; RIORDAN, 1995; COUGHLAN e COUGHLAN, 2002; BALLANTYNE, 2004; THIOLENT, 2007):

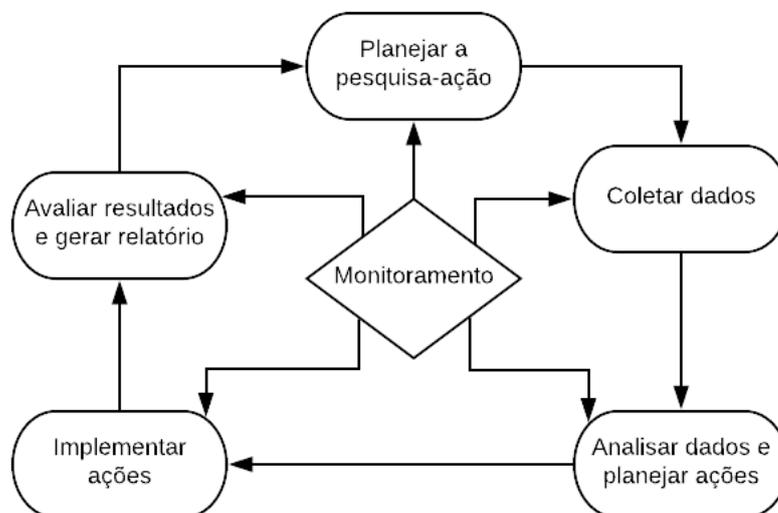
- Utilização de abordagem científica para estudar a resolução de importantes assuntos organizacionais juntamente com os envolvidos nesses assuntos diretamente. A pesquisa-ação trabalha por meio de um processo cíclico de quatro passos: planejamento, tomada de ação, avaliação da ação, reflexão/aprendizagem, próximo planejamento, e assim por diante;
- Membros do sistema que encontra-se em estudo participam ativamente de forma cooperativa com os pesquisadores no processo cíclico citado anteriormente;

3.1.1 Estruturação da pesquisa-ação

A pesquisa-ação pode ser considerada uma variante do estudo de caso. Todavia, enquanto no estudo de caso o pesquisador é apenas um observador que não interfere no estudo, na pesquisa-ação o pesquisador, utilizando a observação participante, interfere no estudo de forma cooperativa com os participantes da ação visando resolver um problema e assim, contribuir para a base do conhecimento (WESTBROOK, 1995).

A sequência para a condução da pesquisa-ação, baseada nos trabalhos de Westbrook (1995), Coughlan e Coughlan (2002) e Thiollent (2007), pode ser vista na Figura 8. Na qual pode-se notar que cada ciclo do processo da pesquisa-ação acontece em cinco fases, que são: planejar, coletar dados, analisar dados e planejar ações, implementar ações, avaliar resultados e gerar relatório. Já o monitoramento, neste caso, é considerado uma metafase do processo.

Figura 8 – Estruturação para condução da pesquisa-ação



Fonte: Adaptada de Coughlan e Coughlan (2002).

3.1.2 Planejamento da pesquisa-ação

Essa fase é composta por três etapas: definição do contexto e propósito da pesquisa, definição da estrutura conceitual-teórica e seleção da unidade de análise e técnicas de coletas de dados.

Na fase inicial é necessário dar atenção especial à colocação dos problemas principais a partir dos quais a investigação será desencadeada. Trata-se de definir uma problemática na qual o tema escolhido adquire sentido. Tal problemática é a forma como se pretende resolver os problemas dentro do campo científico e técnico. Na pesquisa-ação, os problemas colocados são inicialmente de ordem técnica. Trata-se de procurar soluções para se alcançar um objetivo ou promover uma possível transformação dentro da situação observada (THIOLLENT, 2007).

Visando definir a estrutura conceitual-teórica faz-se a revisão da literatura, a qual auxilia a olhar criticamente a realidade por meio dos trabalhos já publicados. Essa análise crítica requer que o pesquisador primeiramente desconstrua um tema em seus elementos básicos, para que ele possa identificar os pontos fortes e as contribuições-chave da literatura. Assim, destacando-se os pontos fortes e identificando as deficiências, a análise crítica mostra-se uma etapa necessária para o crescimento da base de conhecimento (TORRACO, 2005).

Por fim, visando selecionar uma unidade de análise e técnicas de coletas de dados, a técnica mais empregada na pesquisa-ação é a observação participante. Nesta técnica o pesquisador se incorpora ao grupo e exerce influência sobre ele. O objetivo principal é ganhar a confiança do grupo e fazer os colaboradores compreenderem a importância da investigação, sem ocultar seu objetivo ou sua missão (MARCONI; LAKATOS, 2006).

3.1.3 Coleta dos dados

Os dados podem ser coletados de diferentes formas, dependendo do contexto, por grupos de observação e por pesquisadores. No caso deste trabalho, os dados foram coletados por meio de estatística operacional e relatórios de tempo por processo obtidos pela equipe responsável pela produção, o que caracteriza os dados como secundários (COUGHLAN; COUGHLAN, 2002).

Por fim, o pesquisador recolhe os dados coletados e os realimenta para o sistema cliente com uma conotação para torna-lo disponível para análise. Algumas vezes, o pesquisador coleta os dados e faz o relatório; outras vezes, a própria organização faz a coleta e o pesquisador facilita ou participa das reuniões de realimentação (COUGHLAN; COUGHLAN, 2002).

3.1.4 Análise dos dados e planejamento das ações

O aspecto crítico da análise de dados na pesquisa-ação é que ela é colaborativa, ou seja, tanto o pesquisador quanto os membros do sistema cliente (equipe de gerentes, grupo de clientes etc.) fazem a análise juntos. Tal abordagem é baseada na suposição de que os clientes conhecem melhor a própria empresa e serão aqueles que irão implantar e seguir as ações a serem implantadas. Logo, seu envolvimento na análise mostra-se crucial (COUGHLAN; COUGHLAN, 2002).

Na pesquisa-ação, como um dos objetivos é resolver um problema técnico, o final da etapa de análise se dá pela elaboração de um plano de ação. Tal plano deve incluir todas as recomendações para a solução do problema, indicando responsáveis pela implantação, como também o prazo para tal. As recomendações devem ser elaboradas de maneira conjunta entre pesquisadores e participantes da organização, sendo que os pesquisadores podem intervir no processo como facilitadores das mudanças (COUGHLAN; COUGHLAN, 2002).

3.1.5 Implementação do plano de ação

Nessa etapa, os participantes da pesquisa na organização implementam o plano de ação. Tal ação corresponde ao que precisa ser feito (ou transformado) para realizar a solução de determinado problema (THIOLENT, 2007).

3.1.6 Avaliação dos resultados e geração do relatório

Na pesquisa-ação, o processo de pesquisa necessita ser gerenciado. A qualidade dos resultados pode depender tanto da gestão do projeto de pesquisa quanto do próprio projeto de pesquisa ou da análise dos resultados. Logo, a avaliação dos resultados deveria ter como base os objetivos da pesquisa e as proposições ou hipóteses estabelecidas no início da pesquisa (WESTBROOK, 1995).

3.1.7 Monitoramento

O monitoramento é uma metáfase que ocorre em todos os ciclos, no qual cada ciclo de pesquisa-ação conduz a um novo ciclo e, então, planejamento, coleta de dados, análise de dados,

planejamento de ações, implementação de ações e avaliação dos resultados acontecem ao longo do tempo de forma contínua (COUGHLAN; COUGHLAN, 2002).

Sendo assim, idealmente, aqueles envolvidos nos ciclos de pesquisa-ação devem estar continuamente monitorando cada uma das cinco fases principais, investigando o que está acontecendo, como estas fases estão sendo conduzidas e quais suposições são pacíveis de serem reproduzidas. Enquanto os funcionários da organização estudada focam nos resultados técnicos, o pesquisador não está só apenas interessado em como o projeto está funcionando, como também monitorando o processo de aprendizagem (COUGHLAN; COUGHLAN, 2002).

Portanto, a metáfase de monitoramento é operacionalizada por meio de reuniões entre os pesquisadores e os participantes da organização. Ela centraliza todas as informações coletadas e discute as interpretações, sendo que seus resultados devem ser registrados para garantir o aprendizado (COUGHLAN; COUGHLAN, 2002).

4 DESENVOLVIMENTO

No intuito de promover este trabalho, primeiramente, foi efetuada a escolha do tema (*Lean Manufacturing*) e então iniciou-se a pesquisa bibliográfica para promover o aprofundamento no assunto. Paralelamente iniciou-se a escolha da empresa na qual se aplicaria o *Lean* e por fim decidiu-se qual seria a melhor abordagem da produção enxuta para se realizar o trabalho na empresa escolhida (neste caso, mapa de fluxo de valor).

No início do trabalho foram realizadas reuniões com o diretor da empresa e o responsável pelo setor de produção visando buscar qual seria a melhor forma de se obter os dados necessários para a produção do mapa de fluxo de valor do estado atual. Como a empresa acabara de fazer um estudo de tempos das linhas de produção, utilizou-se os dados que a empresa já tinha, os quais se encaixavam com a necessidade do trabalho.

O estudo de tempos promovido pela empresa foi realizado por meio do preenchimento de relatórios com perguntas específicas pelos operadores durante um intervalo de tempo de aproximadamente 2 meses. O relatório utilizado possuía perguntas, como as apresentadas pelo Quadro 1.

Quadro 1 – Formato de tabela utilizada pela empresa para obtenção dos dados

(continua)

Atividades	Semana x				
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5
1) Tempo de ciclo (tempo necessário para realizar tarefa desejada):					
2) Tempo de troca (tempo utilizado para colocar a ferramenta necessária para produzir o produto desejado):					
3) Número de turnos (quantos turnos são trabalhados na produção do produto desejado):					
4) Disponibilidade do operador (quanto tempo o operador fica disponível por turno):					
5) Manutenção não programada (tempo médio que a máquina fica parada em caso de manutenção não programada):					
6) Deslocamento do operador (tempo médio que o processo fica parado por conta de o operador ser designado para fazer outra tarefa):					

Quadro 1 – Formato de tabela utilizada pela empresa para obtenção dos dados
(conclusão)

Atividades	Semana x				
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5
7) Aguardo por matéria prima (tempo médio que o processo fica parado por estar aguardando determinada matéria prima):					
8) Aguardo por programação (tempo médio que o processo fica parado por estar aguardando comando de produção):					
9) Ajuste de processo (tempo médio que o processo fica parado por conta de mudança de plano ou comando de produção):					
10) Ajuste de ferramenta (tempo médio que o processo fica parado por conta da necessidade de trocar ou reparar uma ferramenta danificada):					
11) Aguardo por movimentação (tempo médio que o processo fica parado esperando para receber a matéria prima vinda de um processo anterior, quando estes estão localizados distantes um do outro dentro da empresa):					

Fonte: Próprio autor (2018)

Com as informações obtidas pelos operadores durante os 2 meses de coleta de dados, tornou-se possível ter uma boa aproximação de praticamente todos os tempos para todos os processos das linhas de produção estudadas em questão.

Por fim utilizou-se os dados obtidos para a produção do mapa de fluxo de valor do estado atual, promover as simulações necessárias e, por fim, com os resultados obtidos pelos dois últimos, produzir o mapa do estado futuro com as respectivas ideias de melhoria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 MAPA DO ESTADO ATUAL

A produção do mapa do estado atual foi feita de acordo com as recomendações de Rother e Shook (1999) apresentadas na seção de fundamentação teórica deste trabalho.

O Quadro 2 a seguir apresenta os processos utilizados pela linha de produção de máquinas de vidro.

Quadro 2 – Processos utilizados pela linha de produção das máquinas de vidro

Processos	Descrição
1	Enrolar os colares no carretel e montar na caixa de carretel
2	Encaixar o pino no copo mola e cravar a base da manivela na caixa do carretel com o pino acoplado
3	Montar as pontas dos colares no arrastador, montá-las no subconjunto trilho guia e colocar o suporte da roldana
4	Cravar o rebite na roldana, no suporte e montar o colar no encaixe da curva no subconjunto trilho
5	Testar funcionalidade e montabilidade do produto final e lubrificar o subconjunto trilho
6	Embalar o produto e identificá-lo

Fonte: Próprio autor (2018)

O Quadro 3 a seguir apresenta algumas informações gerais obtidas pela empresa, as quais foram utilizadas para a construção do mapa.

Quadro 3 – Informações gerais relevantes para análise das linhas de produção

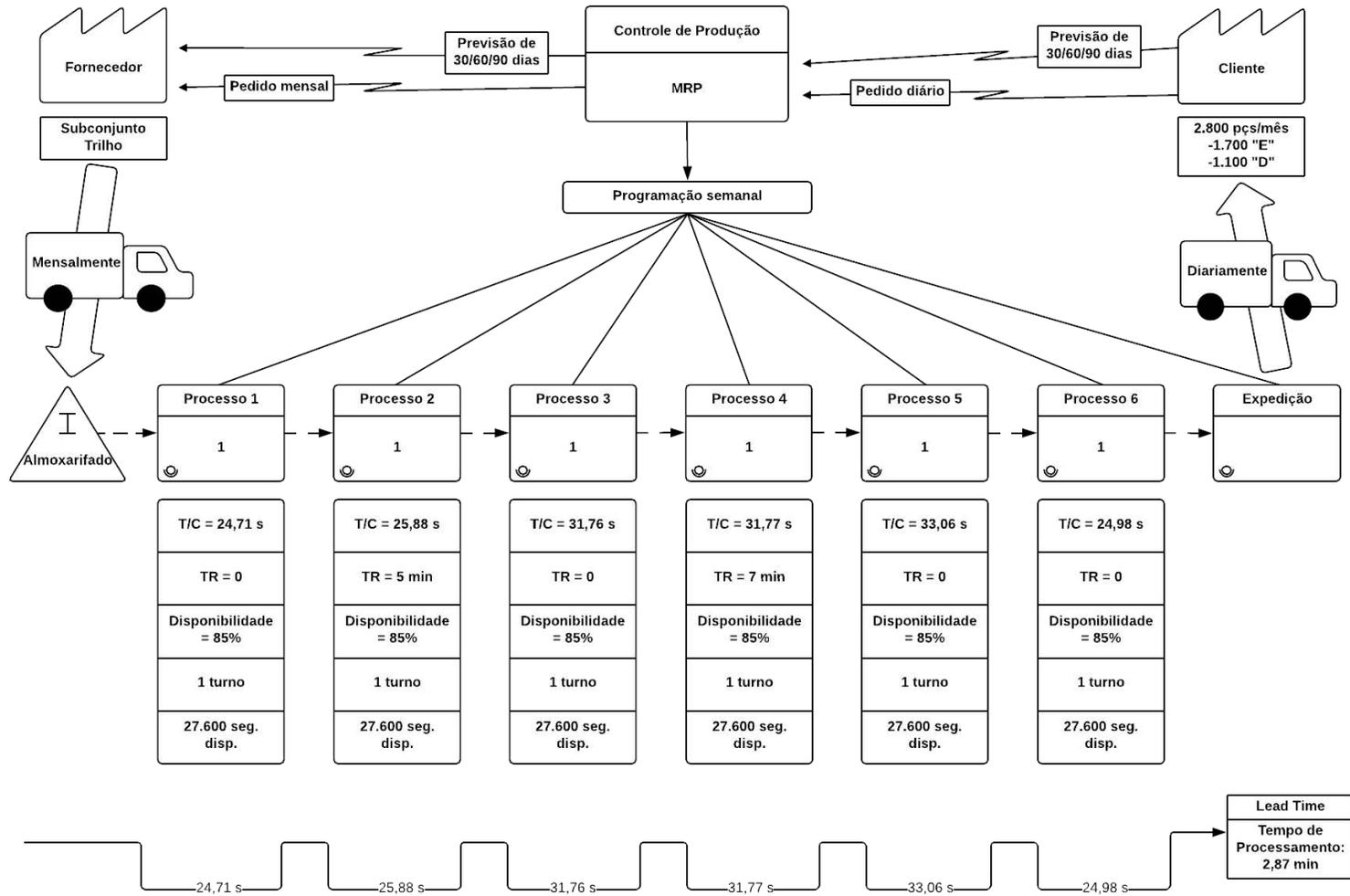
Informações Gerais	
Disponibilidade do operador	85%
Número de turnos trabalhados	1
Tempo disponível em segundos	27600
Entrega fornecedores	mensal
Retirada clientes	diária
Previsões de pedidos em dias	30/60/90

Fonte: Próprio autor (2018)

Uma vez reunida toda a informação necessária, fez-se o mapa do estado atual apresentado na Figura 9

Figura 9 – Mapa de fluxo de valor do estado atual

MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL



Fonte: Próprio autor (2018)

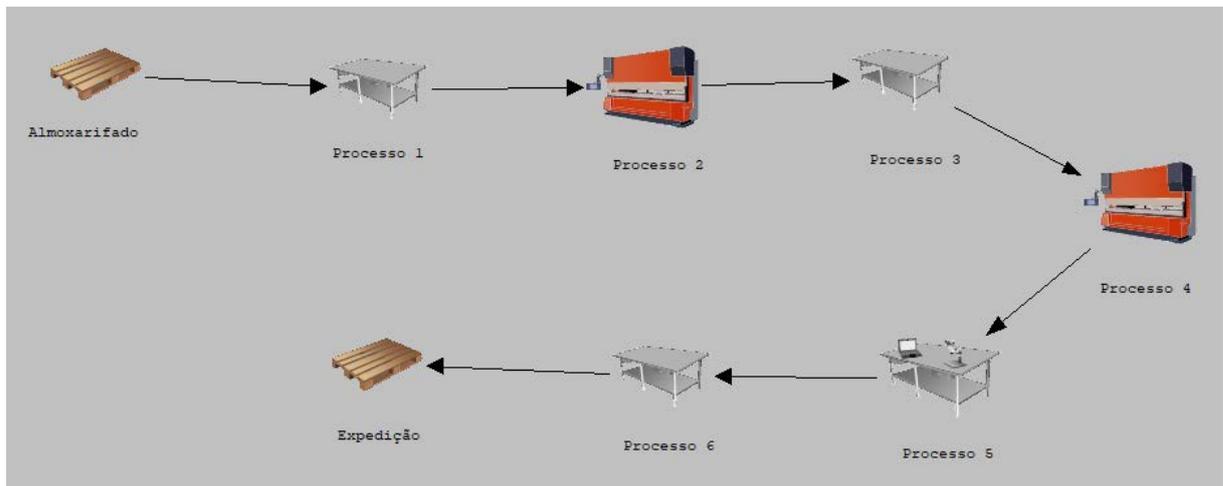
Ao analisar o mapa apresentado acima, pode-se observar que a empresa estudada já promoveu melhorias em sua linha de produção.

5.2 SIMULAÇÃO

A simulação foi feita pela alimentação do software ProModel® com os dados obtidos pela empresa em estudo. Tais dados são encontrados no mapa de fluxo de valor do estado atual apresentado acima.

O layout da linha montado no software para realizar a simulação encontra-se na Figura 10.

Figura 10 – Layout linha de produção



Fonte: Próprio autor (2018)

A simulação mostra que, durante os 27.600 segundos trabalhados em um dia na empresa, aproximadamente 456 máquinas de vidro são feitas, levando em média 188,16 segundos (174,16 segundos somente entre os processos) para uma máquina ser produzida, testada e colocada na área de expedição. Tais informações podem ser vistas com mais clareza na Tabela 1 gerada pelo software.

Tabela 1 – Painel da simulação

Nome	Total de Saídas	Tempo Médio no Sistema (Seg)	Tempo Médio em Operação (Seg)
Matéria prima	456,00	188,16	174,16

Fonte: Próprio autor (2018)

Outra informação importante do software foi a Tabela 2, a qual mostra com clareza e por processo o tempo médio que cada produto ficou em cada estágio e a respectiva porcentagem de utilização de cada estágio mostrando onde está o gargalo da linha.

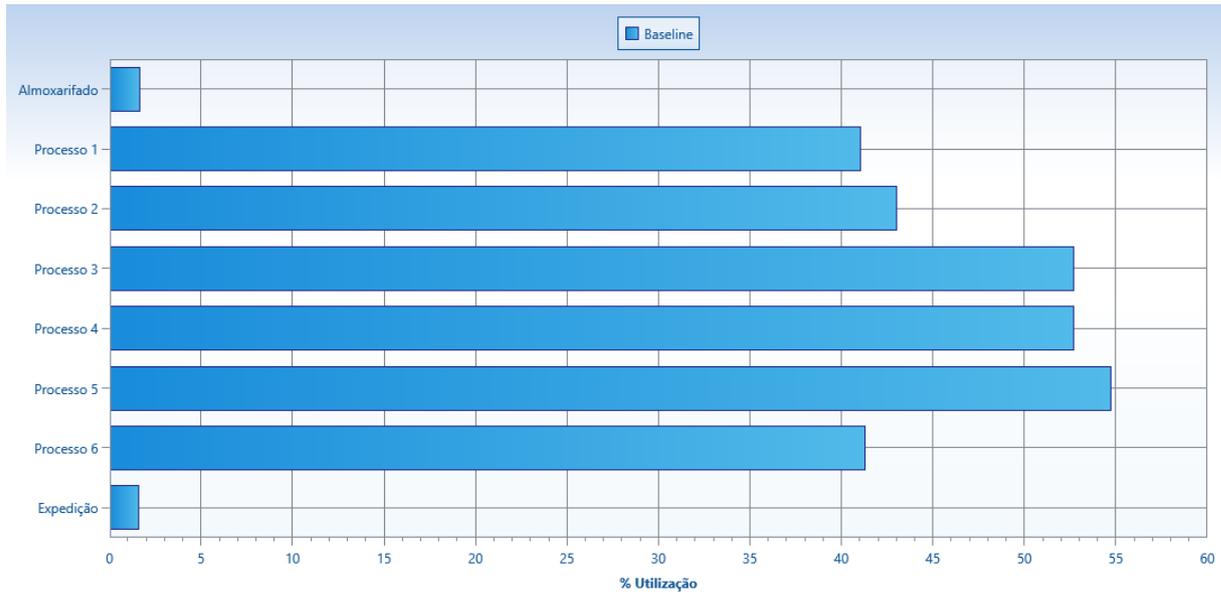
Tabela 2 – Sumário dos locais

Nome	Capacidade	Tempo Médio entre Entradas (Min)	% Utilização
Almoxarifado	1,00	1,00	1,66
Processo 1	1,00	24,71	41,09
Processo 2	1,00	25,88	43,04
Processo 3	1,00	31,70	52,71
Processo 4	1,00	31,76	52,71
Processo 5	1,00	33,06	54,74
Processo 6	1,00	24,97	41,34
Expedição	1,00	1,00	1,65

Fonte: Próprio autor (2018)

Uma outra forma mais simples de se enxergar o gargalo da linha encontra-se na Figura 11, a qual mostra o gráfico com as respectivas porcentagens de utilização de cada estágio da linha de produção.

Figura 11 – Utilização dos processos



Fonte: Próprio autor (2018)

A partir da análise dos resultados e dados apresentados acima obtidos pelo software, pode-se ver claramente que os processos que mais retardam a linha de produção são os processos 3, 4 e 5. Sendo que o processo 5 possui uma porcentagem de utilização um pouco maior que os demais processos.

5.3 MAPA DO ESTADO FUTURO

Pensando-se no estado futuro, primeiramente, calculou-se o *takt time* da linha de produção conforme descrito na seção de fundamentação teórica deste trabalho para ver se o valor já atendia às expectativas da empresa.

$$takt\ time = \frac{27.600\ segundos}{140\ peças} = 197,14\ segundos\ por\ peça\ produzida$$

Como leva-se em média, de acordo com a simulação, 188,16 segundos para uma máquina de vidro ser produzida por completo, logo vemos que o formato atual da empresa já atende à demanda do cliente.

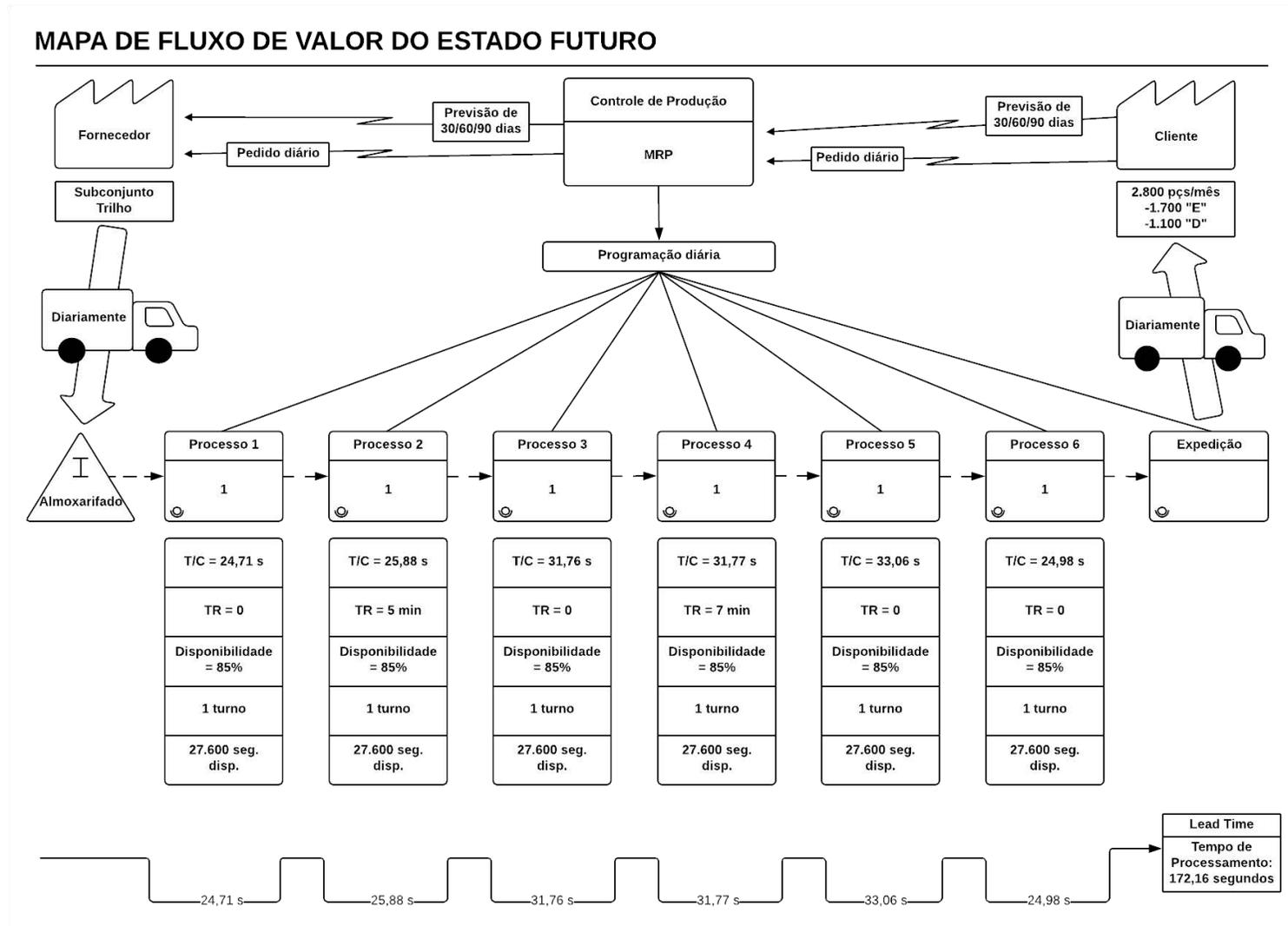
Outro fato, o qual dificulta a geração de um estado futuro para a linha de produção em questão, é o fato de a linha estar completamente formada por um fluxo contínuo, com cada item

sendo passado, um a um, de um estágio para o próximo, sem nenhuma parada e, conseqüentemente, com o mínimo de desperdícios possível.

Todavia há algumas pequenas mudanças, as quais podem ser implementadas visando conseguir produzir com mais facilidade de acordo com os padrões da produção puxada, que são: aumentar o número de fornecedores e fazer as entregas passarem a ser diárias ao invés de mensais e, conseqüentemente, passar os pedidos para os fornecedores diariamente e passar a programar as atividades diariamente ao invés de semanalmente.

Logo, após a análise dos dados obtidos, compreende-se a não necessidade ou urgência momentânea da empresa em se criar e/ou implementar um estado futuro. A Figura 12 mostra o mapa do estado futuro com a pequena mudança com relação aos fornecedores.

Figura 12 – Mapa de fluxo de valor do estado futuro



Fonte: Próprio autor (2018)

6 CONCLUSÃO

Primeiramente, salienta-se a importância das ferramentas utilizadas (mapa de fluxo de valor e a simulação), que por sua vez, vem sendo cada vez mais utilizadas em diversos setores das empresas e trabalhos de pesquisa como este, visando a melhoria contínua em todo e qualquer setor que uma organização possa ter o qual possua processos e não somente setores de produção, como é o modo de pensar de alguns.

Como dito na introdução, este trabalho teve como principal objetivo verificar a aplicabilidade do mapa de fluxo de valor (VSM) na linha de produção de máquinas de vidro para automóveis. O qual foi atingido pois, a linha de produção estudada já apresentava características do *Lean* as quais não foram identificadas em um primeiro momento na escolha da empresa.

Tais características eram layout apropriado, *takt time* atendendo a demanda do cliente e fluxo contínuo completo apresentando insignificância de tempo entre os processos da linha, ou seja, as máquinas de vidro já eram montadas uma a uma com grande proximidade entre os operadores e, conseqüentemente, das operações o que, juntamente com o fato de o *takt time* já estar atendendo, tornou-se muito difícil sugerir melhorias em um primeiro momento e somente com base no VSM, necessitando um maior estudo do processo.

Como sugestão para trabalhos futuros, seria interessante refazer este trabalho, mas desta vez, utilizando uma abordagem e uma ferramenta diferente do *Lean*, como a análise envoltória de dados multiobjectivo (MCDEA), que é conhecida por gerar soluções não dominadas, deixando à escolha do gestor qual solução se adequa mais a sua realidade.

REFERÊNCIAS

- ARUNAGIRI, P.; GNANAVELBABU, A. Identification of high impact lean production tools in automobile industries using weighted average method. **Procedia Engineering**, Tamilnadu, v. 97, p. 2072–2080, 2014.
- ABDULMALEK A. F.; RAJGOPAL J. Analazing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. **International Journal of Production Economics**, Pittsbugh, v. 107, p. 223-236, 2007.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Análise de mercado para veículos automotores**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em: 12 out. 2018.
- BALLANTYNE, D. Action research reviewed: a market-oriented approach. **European Journal of Marketing**, Melbourne, v. 38, n. 3-4, p. 321-337, 2004.
- BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. Londres: Unwin Hyman, 1989.
- COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. **International Journal of Operations and Production Management**, Dublin, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.
- ESWARAMURTHI, K. G.; MOHANRAM, P. V. Improvement of manufacturing performance measurement system and evaluation of overall resource effectiveness. **American Journal of Applied Sciences**, Coimbatore, v. 10, n. 2, p. 131–138, 2013.
- GUNER GOREN, H. Value stream mapping and simulation for lean manufacturing: A case study in furniture industry. **Pamukkale University Journal of Engineering Sciences**, Denizli, v. 23, n. 4, p. 462-469, 2016.
- KHANCHANAPONG et al. The unique and complementary effects of manufacturing technologies and lean practices on manufacturing operational performance. **International Journal of Production Economics**, Hong Kong, v. 153, 191-203, 2014.
- KOTHARI, C. **Research methodology: methods and techniques**. Nova Dehli: New Age International (P) Limited, 2004. 401 p.
- KUMAR, S. S.; KUMAR, M. P. **Cycle time reductin of a truck body assembly in an automobile industry by lean principles**. *Procedia Materials Science*, v. 5, p. 1853–1862, 2014.
- QUEIROZ et al. **Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real**. São Paulo: Hominiss, 2004. 8 p. Disponível em: <http://www.hominiss.com.br/es/img/usr/teses/artigos/Transformacao_enxuta_aplicacao_do_mapeamento.pdf> Acesso em: 14 ago. 2018.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 1996.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 280 p.

MOURTZIS, D.; PAPATHANASIOU, P.; FOTIA, S. **Lean Rules Identification and Classification for Manufacturing Industry**. *Procedia CIRP*, v. 50, p. 198–203, 2016.

RIORDAN, P. The philosophy of action science. *Journal of Managerial Psychology*, Dublin, v. 10, n. 6, p. 6-13, 1995.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012. 153 p.

SALGADO, Eduardo Gomes et al. **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos**. São Carlos: Scielo Brasil, 2009. 12 p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n3/v16n3a03>>. Acesso em: 02 out. 2018.

SPAGNOL, G. S.; LI, L.; NEWBOLD, D. Lean principles in healthcare: an overview of challenges and improvements. *The International Federation of Automatic Control*, London, v. 46, p. 229-234, 2013.

SUNDAR, R.; BALAJI, A. N.; SATHEESHKUMAR, R. M. A Review on lean manufacturing implementation techniques. In: GLOBAL CONGRESS ON MANUFACTURING AND MANAGEMENT, 14., Tamilnadu, 2014. **Proceedins...** Tamilnadu:GCOMM 2014, v. 97, p. 1875–1885, 2014.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2007.

TORRACO, R. J. Writing integrative literature reviews: guidelines and examples. *Human Resource Development Review*, Lincoln, v. 4, n. 3, p. 356-367, 2005).

TOUSSAINT, J. S.; BERRY, L. L. **The promise of lean in health care**. *Mayo CLin Proc.*, v. 88, p. 74–82, 2013.

WESTBROOK, R. Action research: a new paradigm for research in production and operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, London, v. 15, n. 12, p. 6-20, 1995.

WEB OF SCIENCE. **Publicações lean manufacturing e value stream mapping**. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/?option=com_pcollection&mn=70&smn=79&cid=81>. Acesso em: 12 out. 2018.

WOMACK, J., JONES, D., AND ROOS, D. **The machine that changed the world**: the story of lean production. Free Press, 1990.