

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

RAFAEL DOS SANTOS MESSERI

**DESENVOLVIMENTO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR PARA
MELHORIA DE PROCESSOS DE UMA EMPRESA DE
PROCESSAMENTO DE BORRACHA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2018

RAFAEL DOS SANTOS MESSERI

**DESENVOLVIMENTO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR PARA
MELHORIA DE PROCESSOS DE UMA EMPRESA DE
PROCESSAMENTO DE BORRACHA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção, da Coordenação
Engenharia de Produção, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof^a. Dr^a Daiane Maria De
Genaro Chirolí

PONTA GROSSA

2018



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ
CÂMPUS PONTA GROSSA
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

DESENVOLVIMENTO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR PARA MELHORIA DE
PROCESSOS DE UMA EMPRESA DE PROCESSAMENTO DE BORRACHA

por

RAFAEL DOS SANTOS MESSERI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 26 de Novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profª Drª Daiane Maria De Genaro Chirolí
Prof. Orientador

Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski
Membro titular

Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

RESUMO

MESSERI, R. S. **Desenvolvimento Do Mapa De Fluxo De Valor Para Melhoria De Processos De Uma Empresa De Processamento De Borracha**. 2018. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

O presente trabalho se dedica em apresentar melhorias a partir do mapeamento de processos de uma empresa que processa borracha. Para isso foram analisados os processos por meio do Mapeamento de Fluxo de Valor, desde o recebimento da matéria-prima até a expedição, avaliado o fluxograma das atividades, calculado o tempo *takt* e apresentado o Mapa de Estado Atual. A partir da compreensão do processo gargalo e as influências que afetam a produtividade de forma negativa, foi apresentado o Mapa de Estado Futuro. O planejamento e controle da produção é a área que engloba os métodos utilizados para realização do presente estudo, mais especificamente com relação à melhoria dos processos. Com a finalidade de apresentar um auxílio na implementação das melhorias foi elaborado um plano de ação para a empresa. Ao fim, o resultado obtido foi a redução de pelo menos metade do tempo de não agregação de valor, resultando desta forma em um aumento de 100% em relação ao tempo de *lead time* que a empresa agrega valor ao produto no estado atual.

Palavras-chave: Mapeamento. Processos. Mapa de Fluxo de Valor.

ABSTRACT

MESSERI, R. S. Development Of The Value Stream Mapping For Improving Processes In A Rubber Processing Company. 2018. 72 p. Work of Conclusion Course (Graduation in Industrial Engineering) – Federal Technology University. Ponta Grossa, 2018.

The current study is dedicated to present improvements from the process mapping in a rubber processing company. For this, the processes were analyzed through Value Stream Mapping, the activity fluxogram was evaluated, the takt time was calculated and the Current State Map is presented. From the understanding of the bottleneck process and the influences that affect productivity in a negative way, was presented the Future State Map. Production planning and control is the area that embraces the methods used to accomplish the present study, more specifically in relation to process improvement. In order to help in the implementation of the improvements an action plan was elaborated for the company. Finally, the result obtained was the reduction of at least half the time of non-aggregation of value, resulting in a 100% increase in relation to the time of lead time that the company adds value to the product in the current state.

Keywords: Mapping. Process. Value Stream Map.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Casa Do Sistema Toyota De Produção.....	14
Figura 2 – Sistemas de Produção	15
Figura 3 – Enfoque da Produção Enxuta	18
Figura 4 – Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor	20
Figura 5 – Matriz Variedade-Volume	32
Figura 6 – Etapas do Desenvolvimento das Atividades	39
Figura 7 – Layout da Fábrica.....	43
Figura 8 – Caixas de Processos.....	45
Figura 9 – Caixas de Informações.....	46
Figura 10 – Mapa de Estado Atual	48
Figura 11 – Área não utilizada.....	52
Figura 12 – Proposta de Novo Layout.....	55
Figura 13 – Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro	56
Gráfico 1 – Análise Tempo Takt x Tempos de Ciclo	50
Gráfico 2 – Nova relação Tempo Takt x Tempos de Ciclo	57
Quadro 1 – Símbolos Utilizados para Confecção do Mapa de Fluxo de Valor	21
Quadro 2 – Símbolos de Fluxograma (ASME)	24
Quadro 3 – Símbolos do Fluxograma (BARNES).....	25
Quadro 4 – Relação Tempo de Ciclo e Tempo Takt	33
Quadro 5 – Plano de Ação	58
Quadro 6 – Fluxograma das Atividades do Processo	70

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
AV	Agregação de Valor
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FIFO	<i>First-in First-out</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
MFV	Mapa de Fluxo de Valor
MTO	<i>Make to Order</i>
MTS	<i>Make to Stoke</i>
NAV	Não Agregação De Valor
PCP	Planejamento e Controle da Produção
STP	Sistema Toyota de Produção
TC	Tempo de Ciclo
TOC	<i>Theory of Constraints</i>
TPC	Tambor-Pulmão-Corda
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TR	Tempo de Troca
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 PROBLEMA	10
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	10
1.3 JUSTIFICATIVA	11
1.4 OBJETIVOS	11
1.4.1 Objetivo Geral	12
1.4.2 Objetivos Específicos	12
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	13
2.1.1 Os Sete Desperdícios do Sistema Toyota de Produção	17
2.2 FERRAMENTAS <i>LEAN</i>	19
2.2.1 Mapeamento De Fluxo De Valor	19
2.2.2 Fluxograma	23
2.2.3 Programa 5S	25
2.2.4 Heijunka (Nivelamento de Produção)	27
2.2.5 Just-In-Time (JIT)	29
2.2.6 Layout	29
2.2.7 Tempo Takt	32
2.2.8 Kaizen	33
2.3 TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC)	34
2.3.1 Programação Tambor-Pulmão-Corda (TPC)	36
3 METODOLOGIA	37
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	37
3.1.1 Quanto Ao Objetivo Da Pesquisa	37
3.1.2 Quanto A Natureza Da Pesquisa	37
3.1.3 Quanto Ao Procedimento Técnico Utilizado	38
3.1.3.1 Pesquisa-ação	38
3.1.3.2 Pesquisa bibliográfica	39
3.2 COLETA DE DADOS E ATIVIDADES	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1 ENTENDIMENTO INICIAL DOS PROCESSOS	42
4.2 CONSTRUÇÃO DO MAPA DE FLUXO DO ESTADO ATUAL	44
4.3 ANÁLISE DO MAPA DE FLUXO DO ESTADO ATUAL	49
4.3.1 Tempo Takt	49
4.4 PONTOS DE MELHORIA OBSERVADOS	50
4.4.1 Mudanças Nos Processos Após Melhorias	54
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	57

5 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS.....	63
APÊNDICE A - Fluxograma das Atividades do Processo	69

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais no meio empresarial se torna necessária a busca por melhorias de forma contínua sendo preciso a aplicação de conceitos e métodos que auxiliem a gestão da produção (ANTUNES, 2008). Diferenciar-se dos demais competidores é essencial para uma empresa se manter no mercado e, conseqüentemente, atingir fatias de participação maiores.

Assim, nessa busca pela diferenciação as empresas investem cada mais na qualidade dos seus processos de produção e na melhoria dos sistemas produtivos de forma a produzirem mais, reduzindo desperdícios e alavancando desta forma seu crescimento. Marino (2006) reforça a ideia de que é necessário a implantação de sistemas de gerenciamentos voltados ao resultado, visando a redução dos custos e aumento de receitas.

Na busca pela excelência, empresas ao redor do mundo têm buscado aplicar os conceitos instituídos pela *Toyota Motor Company* em suas fábricas no Japão após a Segunda Guerra Mundial, este conjunto de conceitos ficou conhecido por Sistema Toyota de Produção (STP) (OHNO, 1997; SHINGO 1996 *apud* BENETTI, 2010, p. 18).

Durante a década de 1980, o Sistema Toyota de Produção ganhou grande projeção fora do Japão e em diversos setores produtivos sob a justificativa de apresentar uma produção enxuta (*Lean Manufacturing*) durante a crise do petróleo da década de 1970 na qual afetou fortemente empresas no mundo todo (BENETTI, 2010). Tubino (2009) afirma que o Sistema Toyota de Produção em conjunto com o *Just-in-Time* (JIT) são poderosas ferramentas na busca de soluções para aumento da produtividade nas fábricas, visto que possuem foco na redução tanto do *lead time* de produção quanto na geração dos estoques, sendo estes grandes geradores de custos.

Outra importante contribuição acerca da utilização dos recursos produtivos é a abordagem da Teoria das Restrições (TOC). Desenvolvida durante os anos de 1980, os conceitos dessa abordagem foram amplamente divulgados por meio da obra *A Meta* (GOLDRATT; COX, 1995).

Para entender o que é a Teoria das Restrições é preciso primeiramente entender o que é uma restrição. Desta forma, uma restrição pode ser entendida como tudo o que limita um sistema de apresentar um resultado acima de uma meta (GOLDRATT; COX, 1995). Ou seja, a capacidade de um sistema é determinada pela

restrição que este apresenta, e uma vez identificada e superada esta restrição há um ganho ou melhoria no desempenho da mesma (SILVA, 2016). Pode-se exemplificar as restrições como sendo de natureza física, como falta de material, por exemplo, ou de caráter gerencial, como procedimentos ineficientes (COX III; SPENCER, 2002).

Lustosa (2008) frisa que a Teoria das Restrições aborda que a obtenção de ganhos se dará a partir da eficiência na administração de todos os recursos disponíveis e a qual conjunto de restrições o sistema está submetido. Por fim, Cruz et al. (2009) define que o processo na qual a Teoria das Restrições se baseia é um método de melhoria contínua, uma vez que superada uma restrição é preciso identificar qual o outro conjunto de restrições que atuam no sistema.

Uma das formas utilizadas para identificar gargalos e desperdícios é mapear o processo. Desta forma, uma ferramenta muito útil e que permite identificar as atividades que agregam e não agregam valor ao produto é aplicar um Mapa de Fluxo de Valor. Com esta ferramenta é possível mapear todos seus componentes tais como as informações, os processos e o fluxo de materiais, sendo de grande valia, pois ajuda a pontuar possíveis desperdícios e suas fontes, apresentando importantes informações sobre o processo (PIZZOL, 2004).

Considerando a relevância observada no meio produtivo que o tema da melhoria contínua possui para a gestão da produção, este trabalho se baseia em propor ações de melhorias a partir do mapeamento de fluxo de valor.

1.1 PROBLEMA

Como o Mapa de Fluxo de Valor permite a melhoria de processos de uma empresa de processamento de borracha?

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O presente trabalho foi realizado em uma empresa de processamento de borracha e que fabrica produtos derivados deste composto. O foco do trabalho é identificar e propor melhorias em uma das linhas de produção da empresa objeto de estudo, a partir do mapeamento de seus processos.

Desta forma, foi mapeado o processo produtivo desde o recebimento de matéria-prima até o momento da expedição; coletados os dados de disponibilidade das células/processos, os tempos de estoques intermediários e os tempos de ciclo; por meio de um fluxograma foi mapeado as atividades desempenhadas nos processos para identificação da existência de atividades que não agregam valor ao produto. Por fim, foi proposto um mapa de estado futuro e adicionalmente também foram propostas mudanças no *layout* da fábrica.

1.3 JUSTIFICATIVA

Este trabalho justifica-se por buscar ações que ajudem a empresa estudada a atingir suas metas estratégicas. A empresa possui como planejamento estratégico no longo prazo a meta de aumentar o faturamento e aumentar sua participação no mercado em que atua. No curto prazo, no plano estratégico para atingir este objetivo está aumentar a produtividade da linha que é base deste estudo.

A empresa objeto de estudo possui duas famílias de produtos e, conseqüentemente, duas linhas de produção: a primeira linha de produção chamada de Linha A e a segunda linha chamada de Linha B. Apesar de ambas as linhas apresentarem bons resultados de produção, com taxas de refugo e retrabalho aceitáveis, a direção acredita que a produtividade da Linha B pode ser melhorada.

Assim, o trabalho aqui apresentado, foque na busca pela melhoria produtiva da segunda linha de produção, com base no entendimento do autor sobre o processo produtivo. Assim o primeiro passo é entender, por meio de mapeamento do processo e das atividades, porquê a linha não atinge a meta de produção esperada para, posteriormente, apresentar uma proposta de plano de ações.

1.4 OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados os objetivos que este trabalho visa atingir, sendo eles o objetivo geral e os objetivos específicos.

1.4.1 *Objetivo Geral*

Propor melhorias a partir do desenvolvimento do Mapa de Fluxo de Valor de uma empresa de processamento de borracha.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- a) Compreender os processos produtivos da empresa;
- b) Identificar o processo a ser avaliado de forma a propor melhorias;
- c) Mensurar o *lead time* produtivo;
- d) Analisar os pontos de melhorias a partir da análise de agregação de valor;
- e) Mostrar as vantagens da aplicação das mudanças sugeridas.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco seções, descritos a seguir:

A seção 1 descreve a apresentação da pesquisa e introduz o tema proposto. Desta forma, inclui como subdivisões o tema do trabalho, sua delimitação, qual o problema que será abordado, a justificativa de estudo e também os objetivos gerais e específicos.

Na seção 2 é descrito o referencial teórico que faz o suporte do tema proposto a fim de alcançar os objetivos aos quais o autor propõe.

A seção 3 aborda a metodologia empregada na realização do trabalho e seu desenvolvimento. Apresenta a classificação quanto a natureza desta pesquisa, ao seu objetivo e aos procedimentos técnicos utilizados. E, também, a cronologia da pesquisa e como foi realizada.

A seção 4 traz o estudo realizado sobre ações de melhorias propostas para a empresa objeto de estudo com os dados pertinentes: apresenta o *layout* da empresa, o fluxograma das atividades do processo e o mapa de estado atual.

Finalmente, a seção 5 apresenta a discussão acerca dos resultados, quais são as propostas de melhoria e encerra com as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados conceitos e ferramentas que este trabalho utiliza e aplica para atingir seus objetivos.

2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O conceito de produção enxuta nasceu a partir do Sistema Toyota de Produção na década de 1980. Chen (2008) afirma que a metodologia da produção enxuta está baseada em dois pontos centrais que são a eliminação das atividades que não agregam valor e bem como, adicionar valor o máximo possível ao processo.

Assim, pode-se afirmar que o foco é basicamente eliminar tudo o que não for o mínimo necessário de equipamentos, materiais, peças, espaço e tempo no qual são absolutamente indispensáveis a agregar valor ao produto (DUMITRESCU; DUMITRACHE, 2011).

Desta forma, o conceito de produção enxuta pode ser considerado como uma filosofia estruturada capaz de melhorar o fluxo do processo de gestão global na instituição, permitindo que haja a eliminação dos desperdícios e atividades desnecessárias (BOOPATHI; KUMAR, 2015).

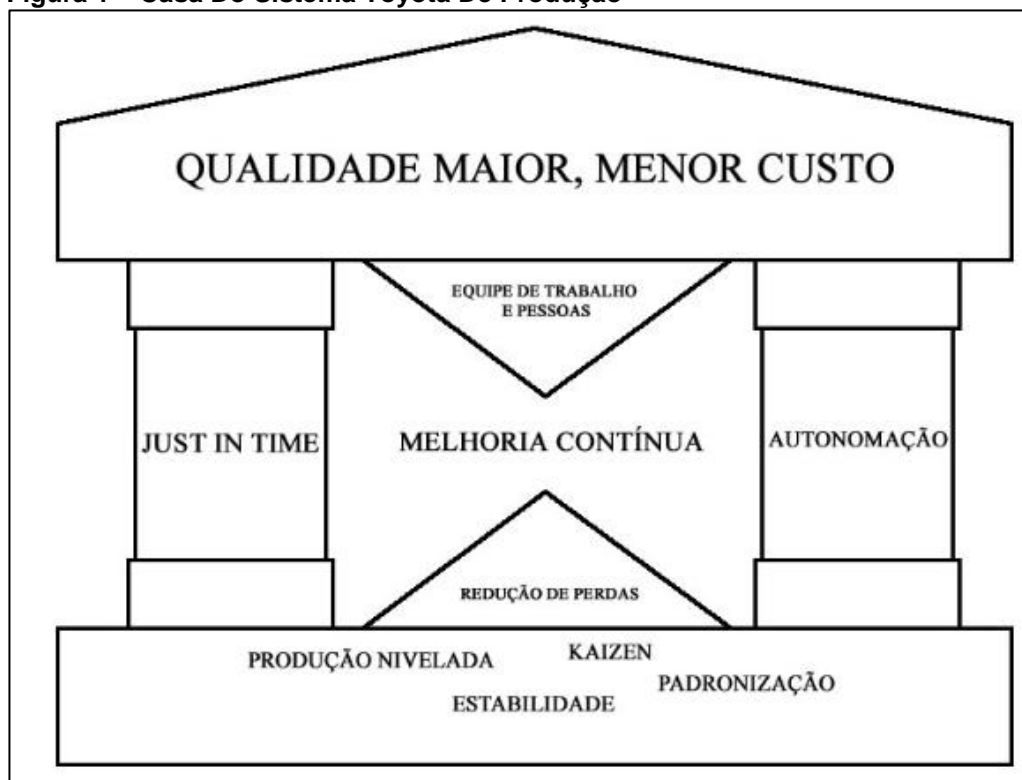
Liker (2005) ressalta que o Sistema Toyota não deve ser compreendido como um conjunto de ferramentas a serem aplicadas, mas como um sistema sofisticado e integrado em que todas as partes devem atuar e contribuir para o funcionamento de um todo, sendo esse “todo” exemplificado na estrutura de uma casa, conforme demonstra a Figura 1.

A chamada “Casa Toyota” ou “Casa do STP” é talvez uma das mais conhecidas representações do conceito Toyota e da indústria moderna, apesar de o desenho apresentar diferentes versões, os princípios que a fundamentam conceitualmente permanecem inalterados.

A casa apresenta no telhado, parte superior, as metas de melhor qualidade e menor custo. Esse telhado é sustentado por dois pilares: o pilar do *Just-in-time*, provavelmente o mais conhecido pilar do STP, que presa pela entrega certa de material no momento certo e na quantidade necessária; e pelo pilar da Autonomia, que fornece ao operador autonomia sobre o processo para evitar a propagação de

erros para os estágios seguintes, liberando o operador da máquina. No centro estão as pessoas pela busca contínua de melhorias suportadas. Finalmente, na base da casa temos a estabilidade, padronização dos processos e a produção nivelada.

Figura 1 – Casa Do Sistema Toyota De Produção



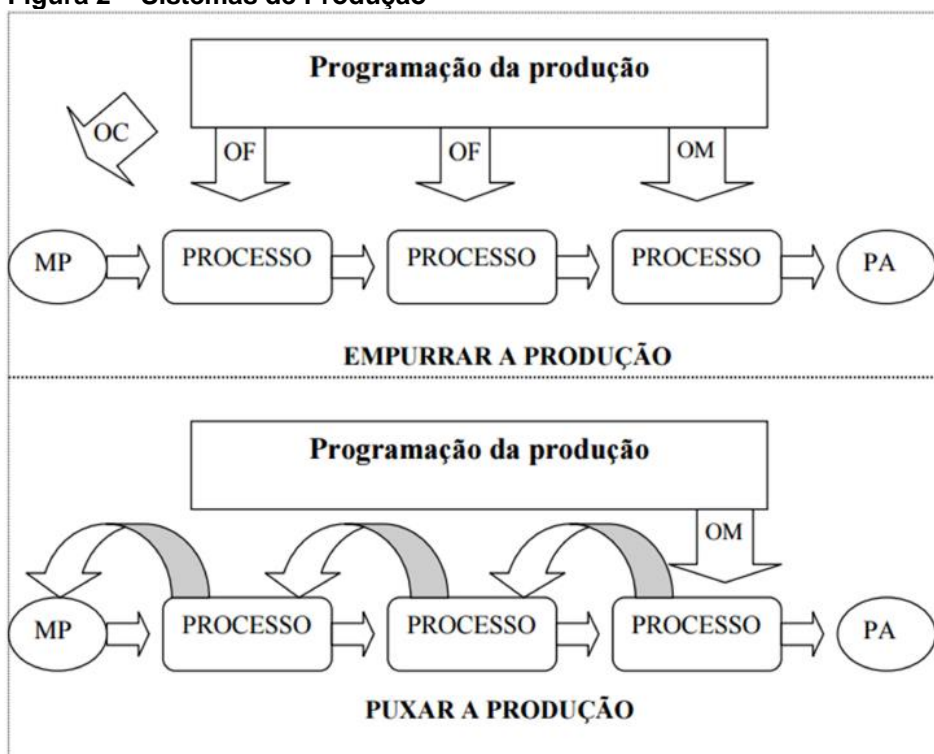
Fonte: Adaptado Liker (2005).

Stamm et al. (2009) afirma que o Sistema Toyota de Produção também pode ser compreendido como um sistema de produção puxada. Ao fazer uma análise comparativa entre os diferentes sistemas de produção e abordagens, também conclui que o *Lean* apresenta resultados mais satisfatórios quando baseada na produção puxada do que em relação a produção empurrada; afirma que é possível empregar modelos integrados de *Lean* com outras filosofias de produção; e por fim, que quando associada ao TOC há melhoria de resultados quando comparados a modelos empregados isoladamente.

Tubino (2009) esquematiza, na Figura 2, de forma simples o funcionamento dos sistemas de produção puxada e empurrada.

No sistema de produção empurrada é possível observar que a programação da produção é utilizada nos processos, desde a ordem de compra da matéria-prima até o processo final do produto acabado.

Figura 2 – Sistemas de Produção



Fonte: TUBINO (2009).

No sistema de produção puxada a ordem de início do processo é dada pelo processo posterior, ou seja, o consumidor ativa a montagem do produto que conseqüentemente vai disparando as ordens de serviços até o início do processo que é a compra da matéria-prima, usualmente este controle é dado por um *Kanban*.

Kreling (2016) afirma que *Kanban* é uma ferramenta visual que sinaliza ao processo que irá fornecer o material necessário para o processo seguinte, quando, o quê e quanto produzir para que seja controlado de forma eficiente o sistema, visando eliminar os desperdícios de produção.

Quando uma peça é removida do estoque intermediário, o processo responsável pela alimentação desse inventário é acionado para que reponha o que foi removido, essa cadeia de eventos é acionada por um *Kanban* que em associação a um sistema de nivelamento da produção são os responsáveis por reduzirem tanto o nível de estoque de produtos acabados quanto os materiais em processo no sistema (HOPP; SPEARMAN 2013).

Dessa forma, a produção puxada idealizada pela Toyota tornou-se um benefício, uma vez que a empresa foi capaz de desenvolver uma cultura e um sistema de operação que buscava a eliminação de desperdício, da variabilidade e da

inflexibilidade. Para conseguir isso, concentrou seu sistema em responder à demanda e nada mais (BOOPATHI; KUMAR, 2015).

Pelas iniciativas de Taichii Ohno, na *Toyota Motor Company*, o impulso central da Produção Enxuta é criar um fluxo simplificado de processos capaz de criar os produtos acabados no ritmo necessário exigidos pelo cliente com pouco ou nenhum desperdício (OHNO, 1997).

Shah e Ward (2007) apresentam um estudo com abordagem em várias etapas, que identifica a estruturação da Produção Enxuta. O estudo aponta a definição conceitual e a medição da produção enxuta em dez fatores, conforme mencionados:

1) Feedback do fornecedor: Críticas e desempenhos de produtos e serviços recebidos dos clientes devem ser comunicados aos fornecedores, a fim de melhorar a cadeia.

2) Just-In-Time (JIT) dos fornecedores: Apenas a quantidade necessária de produtos deve ser entregue pelos fornecedores no momento especificado em que os clientes os solicitam.

3) Desenvolvimento de fornecedores: Fornecedores devem desenvolver produtos junto com o fabricante, para evitar inconsistência ou incompatibilidade nos níveis produtivos.

4) Envolvimento do cliente: os clientes são o foco da empresa, suas necessidades e expectativas devem ter alta prioridade.

5) Produção puxada: A ativação da necessidade do processo sucessor deve ser dada por um *Kanban* que deve permitir o fluxo de produção do antecessor, representado pela produção JIT.

6) Fluxo contínuo: um fluxo simplificado de produtos sem grandes paradas deve ser estabelecido em toda a linha.

7) Redução do tempo de *setup*: O tempo necessário para adaptar recursos para produzir itens variados deve ser o mínimo possível.

8) Manutenção produtiva total: Falhas de máquinas e equipamentos devem ser evitadas através de procedimentos efetivos de manutenção periódica.

9) Controle de processo estatístico: A qualidade dos produtos é de importância vital, um defeito não deve repercutir de um processo para um subsequente.

10) Envolvimento dos funcionários: Os colaboradores devem estar motivados para poder contribuir com a empresa.

Para atingir os ganhos efetivos nesta filosofia, Todorut et al. (2012) indicam técnicas como o Mapa de Fluxo de Valor (VSM) para rastrear falhas no processo e fornecer uma análise confiável da cadeia de valor.

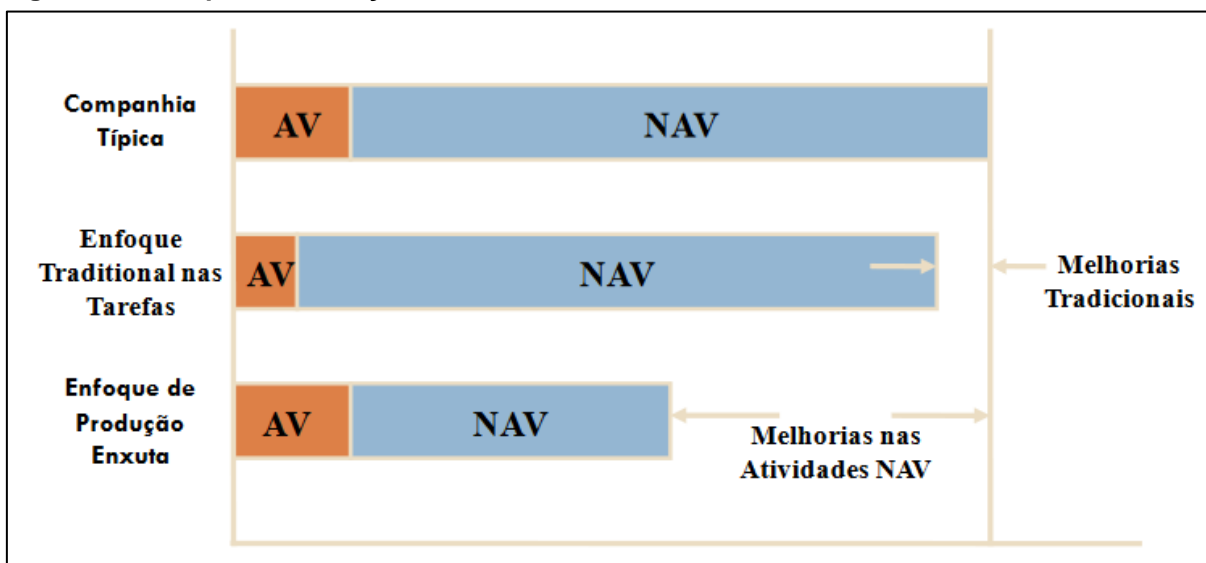
2.1.1 Os Sete Desperdícios do Sistema Toyota de Produção

Liker (2005) cita que comparadas, as atividades que não agregam valor ao produto são em maior número do que as atividades que agregam valor nas tarefas desempenhas pelas empresas e ressalta que o desperdício dos recursos deve ser mapeado e eliminado. Hines e Taylor (2000) classificam estas atividades como:

- **Atividades que Agregam Valor (AV):** Costumam corresponder a 5% das atividades e são reconhecidas pelo cliente como adição de valor ao produto, dessa forma estando disposto a pagar por isso.
- **Atividades que Não Agregam Valor (NAV):** Correspondem a cerca de 60% das atividades, muitas vezes são desnecessárias e na visão do cliente não fazem diferença no produto tornando-se dispensáveis.
- **Atividades que Não Agregam Valor, mas necessárias:** São atividades que não modificam o produto tornando-o mais valioso, mas são necessárias na visão do cliente, correspondem a 35% das atividades de uma empresa.

Ainda de acordo com os autores, é nas atividades que não agregam valor (NAV) que uma empresa deve focar os seus esforços para eliminação e redução dos desperdícios, conforme esquematiza a Figura 3:

Figura 3 – Enfoque da Produção Enxuta



Fonte: Hines e Taylor (2000).

Antunes (2008) comenta que os desperdícios das companhias na época da produção em massa do Taylorismo eram devidos aos gestores não terem a visão sistêmica de que seus métodos eram ineficazes e também devido à falta de percepção geral do processo, pontos que o Sistema Toyota de Produção identificou e que busca eliminar. Assim, Slack et al. (2013) cita os sete desperdícios identificados pela Toyota, sendo:

- Superprodução: Produção de materiais acima do necessário requerido pela demanda ocasionando estoques, transporte e custos extras com pessoal.
- Espera: Ocasionado pela falta de materiais para um processo, geram ociosidade.
- Transporte: Movimentação de produtos, acabados ou não, de um local para outro, mesmo que curtos e rápidos, muitas vezes até desnecessário.
- Processamento: Dispende esforço e recursos materiais ou financeiros mais do que necessário para processar uma atividade.
- Estoque: Matéria-prima e/ou produto acabado é considerado capital ocioso, ou seja, dinheiro parado sem uso.
- Movimentação: Deslocamento sem necessidade da força de trabalho de forma que não seja para agregar algum valor ao produto.
- Defeitos: Retrabalhos de produtos com defeitos, além de inspeção de materiais podem ser citados como perdas de tempo e recursos.

Liker (2005), afirma que é possível citar um oitavo desperdício sendo esse o desperdício do intelecto, ou seja, quando o potencial humano dos funcionários não é utilizado de forma correta ou em sua plena capacidade.

2.2 FERRAMENTAS *LEAN*

A seguir são descritas algumas técnicas e ferramentas *lean* utilizadas na realização do presente trabalho.

2.2.1 *Mapeamento De Fluxo De Valor*

A utilização de uma ferramenta que mapeie um processo com o objetivo de uma melhoria, está baseada na forma como é utilizada, em seus conceitos e na técnica utilizada; se utilizada de forma correta, uma ferramenta de mapeamento ajuda a registrar quais são os elementos que fazem parte de um determinado processo e sanar quaisquer que sejam os problemas que estejam atuando no sistema, além disto, ferramentas de mapeamento de processos são muito importantes para apontar as atividades que agregam e quais as atividades que não agregam valor ao produto (MELLO, 2008).

Rother e Shook (2003) entendem como “mapeamento” ferramentas que nos ajudam a compreender o sistema ao nos fornecerem uma visão ampla dos processos que compõe o sistema. Estas técnicas podem ser utilizadas tanto isoladas quanto em conjunto, dependendo da complexidade do processo e de quem mapeia.

O Mapeamento do fluxo de valor (MFV), também conhecido pela sigla em inglês VSM (*Value Streaming Map*), é uma ferramenta apresentada por Rother e Shook (2003) que possibilita mapear uma cadeia de valor.

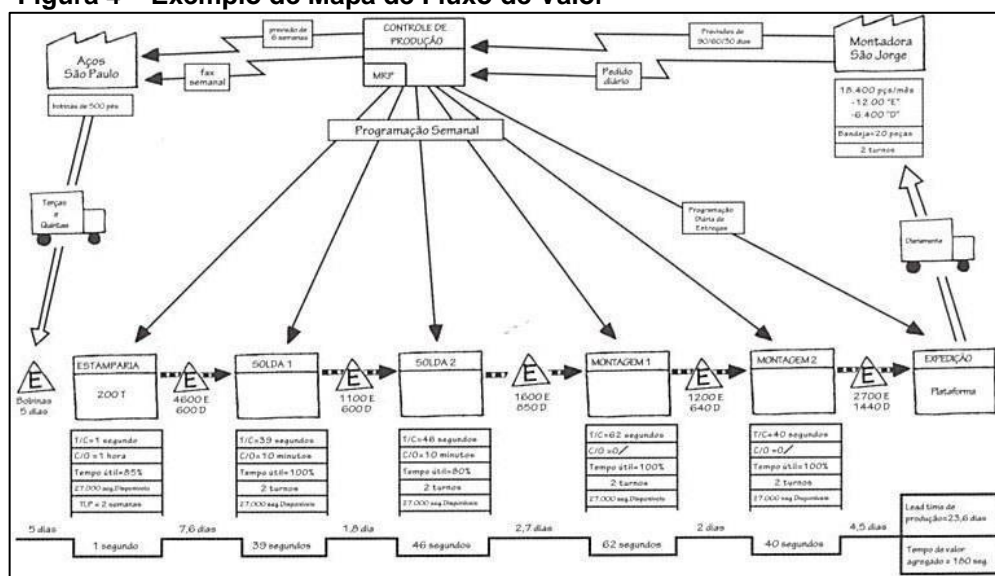
A forma de aplicação desta ferramenta baseia-se em montar o mapa da situação atual, como se fosse uma foto do processo como funciona no momento presente, e posteriormente apresentar soluções que formem o mapa futuro, no qual serão apresentados os processos e o fluxo de informações e materiais num estado ideal de funcionamento, considerando as melhorias potenciais ao sistema (KRELING, 2016).

Valor, para Womack e Jones (1992), é o que o cliente está disposto a pagar por um produto ou serviço, mesmo que este não produza, ou seja, o valor de algo é definido pelo usuário. Assim, Rother e Shook (2003) afirmam que um fluxo de valor é definido por todo o processo que um determinado material percorre, desde a entrada da matéria-prima, considerando todos os processos de transporte, tempo de processamento, recursos utilizados e especificações de projeto até que se transforme em produto acabado. Considerado isto, no fim da cadeia o produto apresentará a composição de atividades que agregam e não agregam valor a ele e a ferramenta do MFV nos ajuda a distinguir quais são essas atividades e a pensar em soluções que as eliminem.

Rother e Shook (2003) ainda afirmam que as vantagens de utilização desta ferramenta é aplicar as ferramentas de produção enxuta de forma mais eficaz em cada um dos problemas apontados pelo MFV. Exemplos de desperdícios seriam movimentação desnecessária de matérias, altos estoques intermediários entre processos, tempos de espera elevados, entre outros.

A Figura 4 exemplifica como o fluxo de materiais e de informações são representados em um mapa de fluxo de valor. Primeiro definimos uma família de produtos. No topo, da esquerda para a direita identificamos a necessidade do cliente, a ordem de produção e os fornecedores. Na parte inferior, definimos os processos que constituem a família de produtos, da esquerda para a direita, sendo cada caixa um processo distinto (ROTHER; SHOOK, 2003).

Figura 4 – Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor



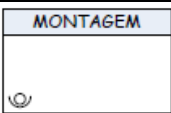

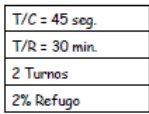
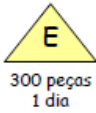

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003).

Abaixo das caixas de processos, alocamos as caixas de informações referentes aos processos. Estas comumente contêm as seguintes informações (ROTHER; SHOOK, 2003):

- Tempo de Ciclo (T/C): Tempo decorrente entre a saída de um componente e o próximo do mesmo processo, ou seja, é a taxa de saída do processo;
- Tempo de Troca (T/R): É o tempo de *setup* do processo, ou seja, é o tempo necessário para alteração das configurações para a produção de diferentes produtos.
- Disponibilidade: Tempo que o processo possui disponível para operação, desconsiderando os tempos de parada e manutenção das máquinas;
- Índice de rejeição: É a porcentagem de produtos que apresentam defeitos gerados no processo, ou seja, a taxa de refugos;
- Mão-de-obra: Número de operadores que atuam no processo.

Rother e Shook (2003) também abordam os ícones utilizados na elaboração de um Mapa de Fluxo de Valor. Os ícones mais comuns são apresentados na Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Símbolos Utilizados para Confeção do Mapa de Fluxo de Valor

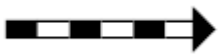
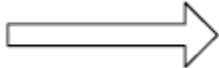


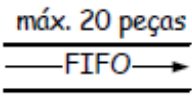
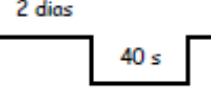

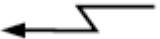
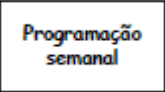
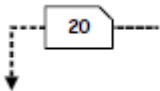
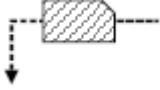



SÍMBOLO	NOME	DESCRIÇÃO
	Processo	Aponta processo que compõe o sistema.
	Fontes externas	Representa clientes e fornecedores.
	Caixas de dados	Aponta os dados pertinentes ao processo.
	Estoque	Registra o tempo e a quantidade de estoque.
	Entrega	Frequência de entrega.

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003).

Continua...

Continuação

Quadro 2 – Símbolos Utilizados para Confeção do Mapa de Fluxo de Valor

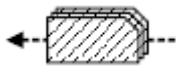
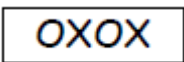





	Movimentação empurrada de material	Movimentação de materiais empurrados.
	Entrega de material	Fluxo de materiais externos (cliente/fornecedor).
	Supermercado	Estoque controle utilizado para puxar a produção.
	Retirada de material	Retirada de materiais de um supermercado.
	Fluxo sequencial	Sequência de quantidades controladas.
	Linha do tempo	Registra o <i>lead time</i> da produção.
	Fluxo de informação manual	Indica o fluxo manual de informação.
	Fluxo de informação eletrônica	Indica o fluxo eletrônico de informação.
	Informação	Registra uma informação.
	<i>Kaban</i> de produção	Permite o processo quanto e o que produzir.
	<i>Kanban</i> de retirada	Permite o processo quanto e o que retirar.
	<i>Kanban</i> de sinalização	Aponta o nível de reposição em <i>kanban</i> por lote.
	Puxada sequenciada	Permita a produção pré-determinada de um modelo.
	Posto de <i>kanban</i>	Aponta o local de coleta do <i>kanban</i> .

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003).

Continua...

Continuação

Quadro 3 – Símbolos Utilizados para Confeção do Mapa de Fluxo de Valor

	<i>Kanban</i> em lotes	Chegada de <i>kanban</i> de lotes.
	Nivelamento	Nivelamento do mix de produção e de <i>kanbans</i> .
	Verificar (vá ver)	Aponta a necessidade de verificar o nível de estoque.
	Melhoria <i>kaizen</i>	Indica a necessidade e uma melhoria.
	Pulmão	Representa um estoque de segurança.
	Operador	Representa o número de operadores no processo.
	Movimentação puxada de material	Movimentação de materiais puxados.

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003).

Para o sucesso da aplicação desta ferramenta, após mapear o estado atual é preciso que o mapa futuro seja apresentado e todo o esforço para que o mapa futuro seja atendido não deve ser medido; quando o mapa futuro for alcançado e se tornar a realidade atual, um novo mapeamento deve ser feito com novas melhorias e propostas de solução aos problemas encontrados, tornando assim, o processo contínuo (KRELING, 2016).






2.2.2 Fluxograma

A função de um fluxograma é descrever dentro de um processo quais as sequências de tarefas, e de forma analítica, as operações executadas podendo indicar unidades e quem são os responsáveis por executá-las, obtendo assim uma visão muito bem definida de todos os passos e movimentos gerando um estudo gráfico (SLACK et al. 2013). Corrêa e Corrêa (2012), afirmam que representar graficamente

o caminho de um processo proporciona uma ideia do todo com relação a como o produto é constituído, gerando desta forma uma visão de oportunidades de melhoria.

Segundo Mello (2008), por ser muito utilizada e de simples aplicação e entendimento, existe uma padronização dos símbolos utilizados em fluxogramas, que estão apresentados na Quadro 2, pela ASME (*American Society of Mechanical Engineers*):

Quadro 4 – Símbolos de Fluxograma (ASME)

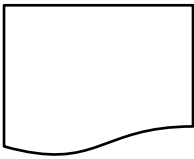
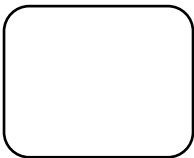
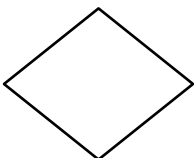
SÍMBOLO	UTILIZAÇÃO
	OPERAÇÃO
	INSPEÇÃO
	TRANSPORTE
	ESPERA
	ARMAZENAMENTO

Fonte: ASME (1947).

Um círculo é comumente utilizado em fluxogramas para representar atividades de operação como, por exemplo: cortar, furar, moer. Um quadrado representa atividades que envolvem inspeção, por exemplo, inspeção de visual de peças quanto a quantidade ou qualidade. Uma seta é utilizada para representar transporte de material de um ponto a outro. Um semicírculo representa a espera de um material, por exemplo, a espera para liberação de materiais. E, finalmente, um triângulo invertido refere-se a armazenamento, por exemplo, de peças acabadas.

Além destes, é comum utilizar-se de outros símbolos citados por Barnes (1982) e mostrados na Quadro 3:

Quadro 5 – Símbolos do Fluxograma (BARNES)

SÍMBOLO	UTILIZAÇÃO
	Documentação
	Início/Fim de Processo
	Tomada de Decisão

Fonte: Barnes (1982).

Mello (2008) apresenta algumas vantagens com relação a utilização do fluxograma, sendo estes: 1) a possibilidade de observar como estão conectados e relacionados diversos componentes de um sistema permitindo, assim, a análise; 2) Ajuda a apontar as deficiências dos sistemas a partir da fácil visualização dos processos de transporte, operação, entre outros; 3) E, permite a compreensão das modificações propostas ao sistema, antes que sejam aplicadas.

2.2.3 Programa 5S

O programa 5S é compreendido como a base de uma aplicação das ferramentas *Lean*, ou seja, é o ponto de partida para aplicar todas as outras ferramentas *Lean* (KRELING, 2016).

Souza et al. (2014) aborda o 5S como sendo técnicas conjuntas que propiciam um ambiente de trabalho adequado e possibilitam o aumento da produtividade. Sendo assim, este programa por meio da organização do ambiente de trabalho ajuda a visualizar desperdícios e perdas que, conseqüentemente, afetam em custos escondidos. Importante a compreensão deste sistema não apenas como da organização do ambiente, mas também como técnicas que atuam no comportamento

das pessoas envolvidas, ou seja, apesar de mudar o ambiente a partir da organização dos objetos este conjunto de técnicas fomenta a quebra da resistência das pessoas com relação a mudanças, pois cria comportamentos nas pessoas.

Osada (1992) conceitua o programa 5S com base em cinco palavras japonesas a seguir descritas:

- **SEIRI:** Compreendido como o Senso de Utilização e Organização do ambiente. Traduz a percepção do que é ou não necessário no ambiente produtivo e define a classificação dos objetivos por sua importância. Avaliar os objetos e utensílios por sua frequência de utilização estratificando-os é uma importante forma de definir níveis de importância aos objetos. Tudo o que for apreciado como desnecessário é descartado do ambiente.

- **SEITON:** Entendido como Senso de Ordem e Arrumação. Este Senso nada mais é do que posicionar as ferramentas certas nos lugares certos, contribuindo com o fim do tempo de procura do que é preciso no momento requisitado. Ou seja, a partir da estratificação feita pelo Seiri, os objetos são alocados no ambiente de acordo a frequência que são utilizados. Para esta etapa muito frequentemente são utilizadas etiquetas, selos e pastas para organizar os objetos, além de fitas que delimitem o local certo que determinado objeto deve estar.

- **SEISO:** Traduzido como o Senso de Limpeza. O Seiso tem por objetivo acabar o lixo, sujeira, poeiras e todos os corpos estranhos ao ambiente. O primeiro impacto que este senso possui é a qualidade do ambiente, da manutenção e da segurança. Porém, mais do que apenas limpar é criar a percepção de evitar a sujeira de acumular, por isso é importante que melhorias sejam identificadas no decorrer do processo para que as sujeiras não sejam acumuladas e quando ocorrer sejam de fácil acesso para a limpeza.

- **SEIKETSU:** Compreendido como o senso da higiene e saúde. Tem como principal foco a preocupação em manter os três primeiros S's e padronizar, manter a saúde do corpo e da mente a partir da limpeza pessoal e do ambiente. Como formas de manter esse Senso alinhado é comumente utilizado o gerenciamento visual.

- **SHITSUKE:** O último dos Sentos é o Senso da Autodisciplina. O foco é criar a rotina do respeito e da disciplina, cumprir rigorosamente o que foi estabelecido, manter o autocontrole, reprimir os maus hábitos pessoais e quanto a limpeza do ambiente. Quadros com informações sobre o andamento do 5S na empresa, cartazes, sistema de competição entre áreas/células, são formas utilizadas para promover este Senso na empresa.

Os ganhos obtidos a partir da implantação do 5S são altos no primeiro momento, mas não pode ser compreendido apenas como a organização do ambiente produtivo, ele deve obter ganhos no nível cultural da organização. Cita-se que esta mudança comportamental é demorada, difícil e complexa, porém os ganhos de longo prazo compensam, uma vez que a organização de todos os ambientes elimina as atividades que não agregam valor ao produto oferecido pela empresa como a movimentação desnecessária de materiais na busca por espaço para alocá-los ou como a busca por objetos necessários, mas que não são encontrados no primeiro momento (SUZAKI, 1987 *apud* KRELING, 2016).

2.2.4 *Heijunka (Nivelamento de Produção)*

Dennis (2007) aborda que o *Heijunka* é a produção nivelada a partir da distribuição e combinação uniforme da produção no decorrer de um período. Por exemplo, ao invés de uma fábrica reunir a produção de todos os produtos do tipo A hoje e no dia de amanhã os produtos do tipo B, é aconselhável que pequenos lotes de A e B sejam produzidos no decorrer dos dois dias. Dessa maneira, a redução do *lead time* e a necessidade de um menor nível de estoque são alguns benefícios constatados.

De acordo com Hopp e Spearman (2013) se há alta variação do volume produzido ou da combinação dos produtos programados ao longo de um período, torna-se uma tarefa complicada para as estações de trabalho do processo atenderem a demanda utilizando o conceito do *Just-in-time*. Ainda de acordo com os autores, deve-se estabelecer um ritmo de produção considerando a demanda do cliente e o tempo disponível para atender essa demanda (Tempo *Takt*), para assim determinar qual a quantidade de produtos que será produzida no intervalo de tempo definido.

Segundo Liker e Meier (2007), a utilização do *Heijunka* a partir de um *takt* conhecido melhora a qualidade do sistema, entretanto três aspectos devem ser tomados em consideração: o volume de produção no período, o *mix* de produtos e a sequência da produção.

Souza e Pires (2014) afirmam que nos dias de hoje existem basicamente duas formas de estratégia de produção que as empresas podem adotar para atender o cliente. A primeira estratégia é conhecida como “produzir sob encomenda” ou MTO (*Make to Order*), seu conceito de aplicação é simples: produzir para atender um pedido prévio do cliente. A segunda estratégia adotada pelas empresas é a de “produzir para estoque” ou MTS (*Make to Stock*). De acordo com essa estratégia a empresa objetiva o armazenamento de produtos acabados para assegurar a disponibilidade ao cliente, visando a demanda no futuro planejado.

Pires (2004) resume que quando há a venda antes da produção, temos um caso de MTO; quando ocorre a produção para posterior venda, temos um caso de MTS.

Todavia, Vollmann et al. (2005) ressaltam que o MTS apresenta algumas características inerentes e indissociáveis tais quais a necessidade de previsão da demanda, determinação dos níveis de estoques e a garantia dos níveis de serviço ao cliente acarretando assim em um problema que é impossível de resolver por completo que é a imprevisibilidade do futuro.

Então surge o questionamento: qual deve ser o *mix* de produção para o período planejado? Ou, qual deve ser o volume produzido? A partir desses questionamentos, torna-se evidente a necessidade da programação da produção de forma que os estoques apresentem níveis controlados (SANTOS et al., 2011).

Para Ghinato (2000), como o *Heijunka* toma como a base a demanda, isso permite, portanto, a promoção do fluxo contínuo de peças no processo produtivo, desta forma nivelando, conseqüentemente, a demanda por recursos também nos postos de trabalho, culminando assim na minimização dos inventários a partir de pequenos lotes de produção.

Finalmente, Liker e Meier (2007) afirmam que o limite da aplicação do *Heijunka* seria o mais próximo possível de um eventual fluxo unitário de peças na linha de produção. Desta forma, este conceito defende a produção em quantidades alinhadas com o consumo de fato do cliente. Essa suavização do processo conduz à

flexibilidade e à uma alta capacidade de responder as eventuais variações da demanda.

2.2.5 *Just-In-Time (JIT)*

Just-In-Time (JIT) significa “na hora certa” e, de acordo com Ohno (1997), é uma prática necessária que sustenta o Sistema Toyota de Produção, conforme exposto pela casa do STP. Por ser um dos pilares do STP, Ohno (1997) define o JIT como um processo de fluxo em que os componentes chegam no posto de trabalho para processamento apenas no momento oportuno e nas quantidades em que são necessárias. Se esse fluxo for integralmente aplicado, será atingido desta forma o estoque zero em todo o processo.

O JIT também é capaz de eliminar desperdícios em busca da melhoria da qualidade geral da produção, da redução de custos e do *lead time* de entrega dos produtos ao cliente (SHINGO, 1996; *LEAN ENTERPRISE INSTITUTE*, 2003).

Ghinato (2000) afirma que o objetivo do JIT em reduzir os estoques é evidenciar os problemas deixando-os visíveis para que sejam eliminados através de esforços concentrados. Desta maneira, Slack et al. (2013) discorrem sobre o JIT inserido na cultura organizacional como uma abordagem de disciplina, com o intuito de aprimorar a produtividade.

Para Tardin (2001) o JIT se apoia em duas práticas sendo a primeira a produção puxada e a segunda prática a produção nivelada. Entretanto, Laugeni et al. (2002), expande essa visão para cinco elementos básicos, de forma que sem os quais a aplicação correta do JIT fica comprometida, cita-se: o *kanban* de sinalização; o foco na redução do *lead time* de entrega; o colaborador multifuncional, no qual apresenta não apenas habilidades mas também características de colaboração e coordenação; o *layout* de produção que propicie o fluxo contínuo de materiais; e, a qualidade com foco na eliminação dos desperdícios.

2.2.6 *Layout*

Layout pode ser definido como a forma em que os recursos físicos, que ocupam espaço em um ambiente, são alocados dentro de uma instalação (CORRÊA;

CORRÊA, 2012). Todavia, para Slack et al. (2013), o *layout* de um processo ou de uma operação não deve ser compreendido apenas na maneira como os recursos são alocados no ambiente, mas também como os recursos interagem entre si e como as tarefas desempenhadas são alocadas nos processos de transformação.

De forma complementar, Paranhos (2007) afirma que a produtividade de um processo pode sofrer influência tanto positiva quanto negativa a depender da distribuição dos equipamentos e dos recursos no ambiente, ressaltando a importância do *layout*.

Slack et al. (2013) abordam que um bom *layout* deve considerar: a redução do fluxo de materiais, reduzindo dessa maneira o *lead time* total; manter o fluxo do processo claro e limpo, permitindo o fácil acesso aos equipamentos; utilizar todo o espaço disponível e proporcionar a flexibilidade da produção no longo prazo.

Entretanto, os mesmos autores ressaltam que um *layout* não deve focar apenas na produção de peças, mas também proporcionar um ambiente seguro para a mão-de-obra de operação dos processos. Dessa maneira, citam que existem basicamente quatro tipos de *layout*:

- *Layout* Fixo;
- *Layout* Funcional;
- *Layout* Celular;
- E, *Layout* Linear.

Contudo, é importante citar que também existem os chamados *layout* híbridos ou *layout* mistos. Esse tipo de *layout* busca aplicar as características de mais de um *layout* na tentativa de conciliar os benefícios de diferentes tipos de disposição de recursos no ambiente (NORUMA, 2013). Os quatro *layouts* básicos citados por Slack et al. (2013) são apresentados como:

1. ***Layout* Fixo:** é o modelo de *layout* mais básico e simples que existe. Neste modelo, o produto não é movido por apresentar dimensões muito grandes, ou por ser muito sensível para transporte. Dessa forma, os processos e os recursos se deslocam em direção ao produto (NEUMANN; SCALICE, 2015). Corrêa e Corrêa (2012) afirmam que este processo é eficiente apenas quando o lote de produção é muito baixo sendo de modo geral utilizados por empresas que atuam com fabricações

sob encomenda, pois permite um grau elevado de customização ao produto e flexibilidade dos processos.

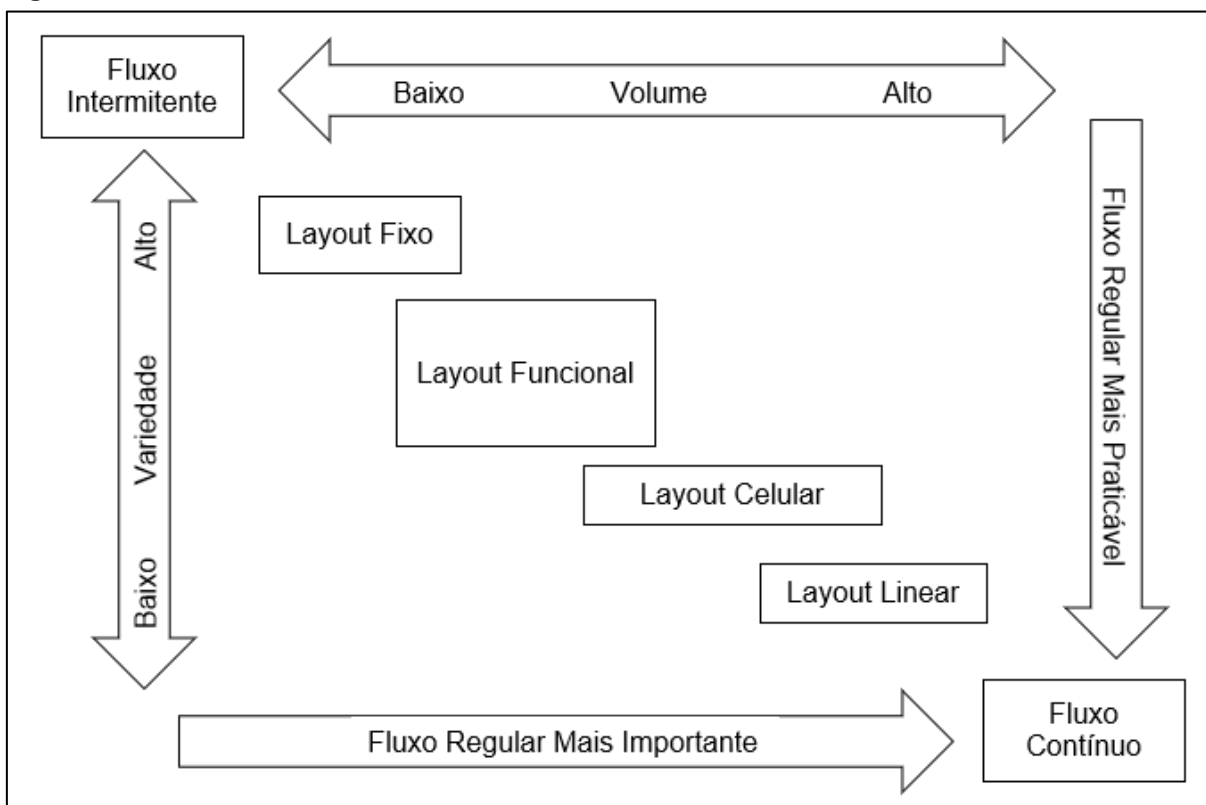
2. **Layout Funcional:** é também conhecido como *Layout* de Processos, devido a aglomeração de processos semelhantes ou máquinas de mesma operação próximos uns aos outros em local bem definido permitindo assim tirar o máximo proveito dos equipamentos (NORUMA, 2013). Neumann e Scalice (2015) ressaltam que esse layout permite a criação de departamentos especializados em determinada operação criando seções dedicadas a uma tarefa específica. De acordo com Noruma (2013) esse layout é mais indicado para processos com alta variedade e baixo volume.

3. **Layout Celular:** Slack et al. (2013) afirma que este *layout* apresenta como característica a busca pela conciliação das vantagens dos *layouts* funcional e linear, além da disposição das máquinas estarem alocadas de forma que o produto sofra todos os processos necessários na mesma área, formando assim uma espécie de mini fábrica. Neumann e Scalice (2015) apontam que este layout possui como vantagem o elevado nível de qualidade e a alta produtividade, uma vez que reduz o transporte de materiais juntamente com os estoques, sendo ideal para sistemas com média variabilidade e volume.

4. **Layout Linear:** Slack et al. (2013) trata que neste tipo de layout os equipamentos, máquinas e recursos são posicionados em sequência conforme o tipo ou modelo de produto. Neumann e Scalice (2015) abordam que este layout possui baixa flexibilidade e elevado custo fixo, apesar de ser ideal para linhas que apresentam alto volume de produção, pois propicia elevada produtividade por apresentar fluxo linear de peças.

Slack et al. (2013) apresentam uma matriz que relaciona as características de cada *layout* em relação ao volume e a variedade de produtos. A matriz é ilustrada pela Figura 5:

Figura 5 – Matriz Variedade-Volume



Fonte: Adaptado de Slack et al. (2013).

Corrêa e Corrêa (2012) abordam que a estratégia competitiva da companhia é que definirá o tipo de *layout* adotado na produção, uma vez que o *layout* é um importante suporte para aplicação da estratégia e dessa maneira ambos devem estar alinhados.

2.2.7 Tempo Takt

Takt Time ou Tempo *Takt* é um indicador que representa o ritmo de produção de um determinado produto em relação à demanda por esse produto. Ou seja, o Tempo *Takt* é o que irá sincronizar o ritmo de produção com o ritmo da necessidade dos clientes. É calculado pela divisão do tempo total disponível de trabalho no turno, em unidades de segundos, pelo volume da demanda do cliente também por turno, em unidades de peças, baseado nas vendas (ROTHER; SHOOK, 2003).

Desta maneira, o Tempo *Takt* nos apresenta de quanto em quanto tempo uma unidade precisa sair no final do processo para que esteja em conformidade com o tempo de venda de uma unidade de produto em média (MONDEN, 2015).

Para Liker (2005), a produção enxuta tem como objetivo a busca constante pela eliminação de desperdícios, como esforço desnecessário e tempo perdidos no processo que não agregam valor ao produto. Dessa forma, o Tempo Takt pode auxiliar na obtenção de um fluxo unitário de peças, com uma determinada velocidade de produção, de maneira que não seja lento demais, ocasionando falta de atendimento ao cliente e nem rápido demais, gerando estoques e superprodução conforme o Quadro 4:

Quadro 6 – Relação Tempo de Ciclo e Tempo Takt

Tempo de Ciclo = Tempo <i>Takt</i>	Situação Ideal
Tempo de Ciclo < Tempo <i>Takt</i>	Estoques e Superprodução
Tempo de Ciclo > Tempo <i>Takt</i>	Falta de Atendimento ao Cliente

Fonte: Adaptado de Liker (2005).

Liker (2005), dessa maneira entende que o tempo *takt* é o tempo máximo que uma unidade de produto deve tomar para ser produzida. Entretanto, de acordo com Ohno (1997), o Tempo *Takt* não apenas dita o ritmo de produção, mas proporciona que perdas sejam identificadas e eliminadas no sistema.

2.2.8 *Kaizen*

Corrêa e Corrêa (2012) definem a palavra *Kaizen* como melhoramento contínuo e continuado, sendo um evento que necessita da participação de membros de todos os níveis de uma organização. As atividades desempenhadas por um *Kaizen* envolvem um time que busca aplicar melhorias como um método gradual na busca do aumento da produtividade e da identificação dos desperdícios, por conta disso, o envolvimento pessoal de todos os integrantes é essencial para a sugestão das melhorias, análise das situações e implementação das ações nos processos ou fluxos tema do evento.

Araújo e Rentes (2006) complementam que o *Kaizen* busca agregar valor em um produto, ao focar em um ponto crítico da fábrica, através da participação efetiva de todos os envolvidos no processo. Esse evento deve ser rápido e focar apenas no problema afim de aplicar ferramentas e técnicas do STP para atingir esse objetivo.

Liker (2005) afirma que o *Kaizen* é o esforço coletivo na mudança da situação de um processo, a partir da rápida análise para aplicação de benefícios reais.

2.3 TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC)

Na década de 1980, um importante conceito para os processos produtivos surgiu chamada de Teoria das Restrições (TOC). Goldratt (1991) definiu restrição como tudo o que possa vir a limitar o completo funcionamento de um sistema e que o limite de atingir uma meta. A partir disso, foi desenvolvida a metodologia dos Processos de Raciocínio da Teoria das Restrições.

Esta metodologia é baseada em passos lógicos que levam à uma decisão sobre o processo, de forma que sejam identificadas as verdadeiras restrições que atuam no sistema, podendo estas serem físicas ou não (GOLDRATT; COX, 1995):

- Passo 1: Identificar a restrição, apontando possíveis limites que atuam no processo;
- Passo 2: Decidir a exploração da restrição, de maneira que esta seja abordada da melhor forma possível;
- Passo 3: Subordinar a forma como explorar os recursos, pois não é preciso apreciar todos os elos do processo, apenas o mais fraco já que é este que define a resistência do processo;
- Passo 4: Reforçar a capacidade do processo, ou seja, aumentar a capacidade do processo restritivo;
- Passo 5: Reiniciar no passo 1 para que o elo mais fraco do processo seja sempre corrigido e reforçado.

Segundo Pacheco (2014), a combinação de TOC com outras abordagens apresenta resultados superiores em relação a outros modelos. O TOC é uma filosofia de gerenciamento eficaz que resulta em resultados positivos, como aumento dos ganhos, redução dos níveis de estoque e gastos operacionais, melhorando, assim, o desempenho da organização. A conclusão é que a implementação do TOC melhora os resultados, os quais, por sua vez, têm um impacto positivo no desempenho organizacional.

Dettmer (2002), apresenta pontos de convergência entre as abordagens *Lean* e a Teoria das Restrições, citadas a seguir:

- Objetivo de incrementar lucro;
- Valor é definido na percepção do cliente;
- Qualidade é um fator essencial;
- A produção deve ser em pequenos lotes;
- Aplicar o fluxo contínuo e aumento de capacidade produtiva;
- Estoques mínimos; e
- Os colaboradores são relevantes para o sucesso.

Em geral, Dettmer (2002) considera que há substancial sobreposição entre o paradigma da mentalidade *Lean* e o TOC, de forma que o TOC fornece uma estrutura para guiar os esforços enquanto que o *Lean* evita aplicá-los onde eles são desnecessários. Assim, as divergências e contradições seriam:

1) O TOC aceita variabilidade e instabilidade da demanda e das operações ao usar pulmões estratégicos (físico, tempo, capacidade), enquanto o *Lean* visa reduzir constantemente as variabilidades.

2) O STP é claro quanto ao conteúdo da transformação ou mudança, sobretudo dos elementos de sua estrutura, tais como: subsistemas de pré-requisitos básicos (operação padrão, troca rápida de ferramentas, *layout*), subsistema de falha zero (5S e TPM), subsistema de zero defeito (capacidade da máquina, autonomia, *Poka-Yoke*). Enquanto que no TOC, esta discussão não existe formalizada. Isso ocorre porque o TOC discute os meios e suas causas e não o conteúdo, através do processo de pensamento, para formular estratégias de transformação.

Bacai e Quelhas (2004), de forma similar afirmam que o principal propósito da abordagem da Teoria das Restrições é que uma análise seja sempre feita e que as causas raízes do problema sejam o objetivo de eliminação.

2.3.1 Programação Tambor-Pulmão-Corda (TPC)

A partir da abordagem da Teoria das Restrições, surgiu o conceito de programação Tambor-Pulmão-Corda (TPC). Neste conceito, o tambor do sistema é o responsável pelo cadenciamento da produção, ou seja, marca a restrição do sistema em relação ao processo restritivo, pois é este quem define a capacidade e o ritmo de produção. Os pulmões são os responsáveis pela proteção do sistema de forma a garantir o funcionamento pleno em sua capacidade produtiva. E, por fim, as cordas são os meios de comunicação entre cada processo que compõe o sistema (KRELING, 2016).

O pulmão neste conceito é um fator de suma importância para o sistema, pois é ele quem irá proteger o processo restritivo de restringir ainda mais o sistema. Isto porque é o processo restritivo quem define a capacidade de produção e seu ritmo (Tambor) (COX III; SPENCER, 2002). Dito isto, é importante ressaltar que o gerenciamento deste conceito é feito pelo gerenciamento dos pulmões encontrados no sistema, sendo estes de três tipos (KRELING, 2016):

- **Pulmão de proteção do processo restritivo:** Este pulmão é o responsável por garantir que o processo restritivo funcione plenamente, geralmente este pulmão são estoques intermediários que alimentam o processo restritivo para que ele não sofra interrupções;
- **Pulmão de mercado:** são pulmões finais existentes no final do sistema que garantem a entrega aos clientes, ou seja, são produtos acabados que permitem que a pontualidade de entrega seja garantida;
- **Pulmão de montagem:** quando o processo necessita que diversas peças se juntem em determinado momento é preciso que um pulmão garanta a disponibilidade de peças para a montagem final dos produtos.

Por fim, ao estabelecermos quais são os níveis de pulmões e sua localização prévia ao processo gargalo, se faz necessário o gerenciamento dos mesmos para que seja evitada a falta de materiais para o processo tambor e, de contrapartida, evitarmos um estoque desnecessário de materiais esperando serem processados (WALKER, 2002).

3 METODOLOGIA

Nesta seção é descrita a classificação da pesquisa e o processo de coleta de dados com as atividades desempenhadas.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A seguir é descrito como este trabalho é classificado segundo a literatura com relação ao seu objetivo, sua natureza e seu procedimento técnico.

3.1.1 *Quanto Ao Objetivo Da Pesquisa*

No que tange o objetivo desta pesquisa, ela pode ser considerada como sendo uma pesquisa exploratória. Gil (2008) afirma que a pesquisa exploratória objetiva desenvolver, clarificar e transformar conceitos e/ou ideias, visando precisamente a criação de problemas e hipóteses que sejam pesquisáveis futuramente. Ainda, este tipo pesquisa é o que apresenta mais flexibilidade com relação ao planejamento, pois sua finalidade é a de apresentar, de modo geral, uma visão aproximada dos fatos.

De forma semelhante, Malhotra (2011) define esta pesquisa como sendo indicada nos casos em que se precisa definir precisamente o problema analisado objetivando, assim, providenciar critérios e ampliar a compreensão. Possui como características o fato de a definição das informações ser ao acaso, não apresentar uma estrutura rígida de pesquisa além de ser não-estruturada, a amostra observada é pequena, não representativa e qualitativamente é feita a análise dos dados.

3.1.2 *Quanto A Natureza Da Pesquisa*

Este trabalho apresenta um caráter de pesquisa qualitativa em relação à sua natureza. De modo geral, as pesquisas científicas quanto a sua natureza dividem-se em pesquisa qualitativa ou pesquisa quantitativa, ou até mesmo os dois tipos ao mesmo tempo (OLIVEIRA, 2011).

A pesquisa qualitativa pode ser utilizada para explicar os dados coletados de uma pesquisa quantitativa (MALHOTRA, 2011). Silva et al. (2005) descreve a pesquisa qualitativa como o vínculo entre a objetividade do mundo e seus fenômenos com a subjetividade do indivíduo que analisa de maneira que não é possível separar ambos e nem traduzir estes fenômenos em números. De acordo com Oliveira (2011), a abordagem qualitativa não necessita buscar evidências que comprovem seu resultado.

Desta forma o presente trabalho apresenta uma visão aproximada de um processo e fornece sugestões de aplicabilidade de ferramentas que dependem de uma análise de longo prazo que comprovem os resultados esperados.

3.1.3 *Quanto Ao Procedimento Técnico Utilizado*

Em relação aos procedimentos técnicos utilizados para a realização deste trabalho cita-se a pesquisa bibliográfica e a pesquisa-ação.

3.1.3.1 Pesquisa-ação

Uma pesquisa-ação é uma ferramenta utilizada que aponta os problemas que são relevantes considerando uma determinada situação investigativa e também define um programa para agir na resolução e no acompanhamento dos dados. Além disso, uma pesquisa-ação proporciona associar teoria e prática, permitindo que o pesquisador aja na situação como importante ator (OLIVEIRA, 2011).

A pesquisa-ação, para Thiollent (2007), precisa atender dois pontos chave que são: o propósito prático e o propósito do conhecimento; sendo o primeiro o que a pesquisa contribui para a solução do problema, enquanto que o segundo está relacionado ao conhecimento adquirido a partir da solução do problema.

Vergara (2016) afirma que a pesquisa-ação é a pesquisa social formada e criada que foca na realização de um problema, no qual o pesquisador é um ator importante que coopera, interage e participa do objeto analisado. Entretanto, apenas a participação não define a pesquisa-ação, o que define este tipo de pesquisa é a solução que os envolvidos no processo desenvolvem.

3.1.3.2 Pesquisa bibliográfica

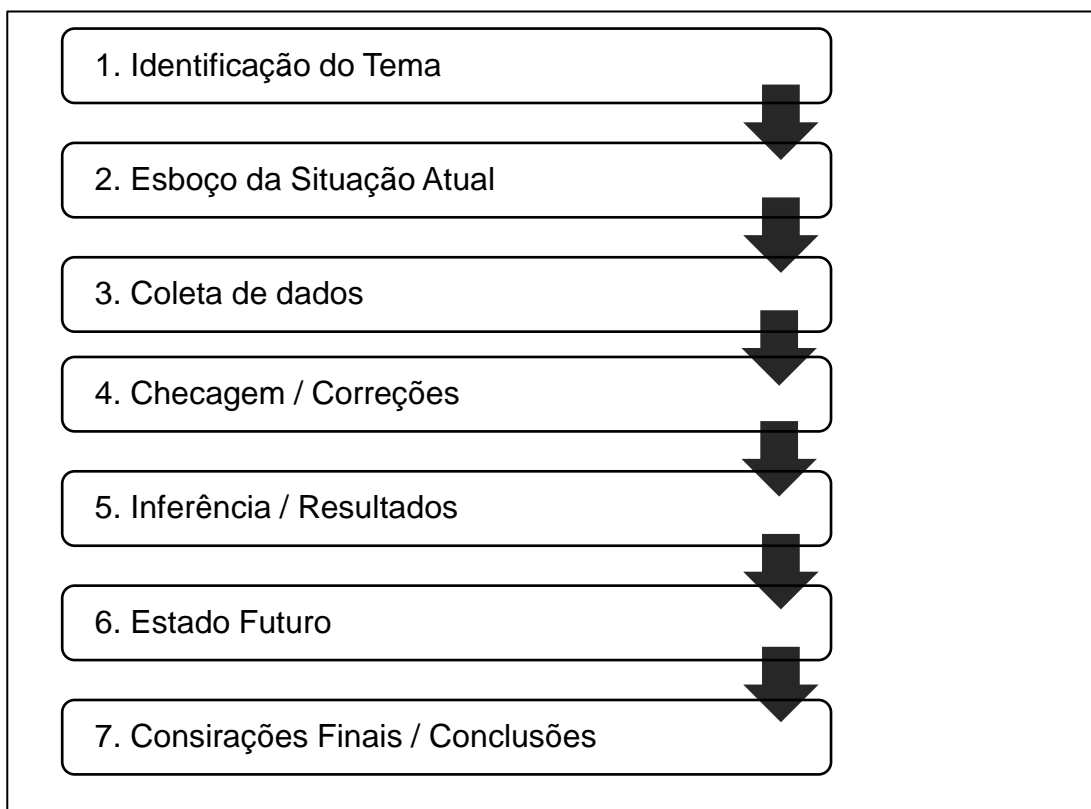
A pesquisa bibliográfica é tida, muitas vezes, como uma fonte secundária de pesquisa e é utilizado em quase todos os estudos exploratórios, pois baseia-se em todo material público já elaborado que abrange determinado tema, sendo ele livros ou artigos científicos (Gil 2008).

Cervo e Bervien (2002) a definem como a coleta baseada em todo material já elaborado, com contribuição cultural e científica, no passado sobre uma temática, sendo um problema ou assunto que ainda seja relevante a estudos e que permita ao pesquisador ter contato mais íntimo com o objeto de estudo.

3.2 COLETA DE DADOS E ATIVIDADES

Esta seção dedica-se a apresentar como foi realizada a coleta dos dados, identificação do problema e como ocorreu o acompanhamento junto a empresa objeto de estudo. Em síntese, o processo está descrito na Figura 6:

Figura 6 – Etapas do Desenvolvimento das Atividades



Fonte: Autoria Própria (2018).

Conforme apresentado na Figura 6, os passos para o desenvolvimento serão melhor explicados. A primeira etapa, que é a definição do tema, desenvolveu-se a partir do contato com a empresa, por meio de visitas e conversa com alguns colaboradores a fim de identificar um problema que pudesse ser abordado para a realização do projeto. Para isso, foi preciso algumas semanas para que houvesse o entendimento do processo e da empresa como um todo.

Desta forma, foi escolhida uma das duas linhas de produção para que o estudo fosse elaborado. O principal fator que contribuiu para a escolha da linha de produção foi a maior facilidade de acesso aos dados e também ao fato de que a empresa estava focada no aumento de produtividade desta linha produtiva.

Com papel, prancheta e caneta semanalmente visitas foram realizadas a fim de coletar informações pertinentes em relação a problemas e possíveis causas a serem analisadas, sempre em contato com alguém da produção para que houvesse melhor compreensão de cada ponto abordado.

A segunda etapa foi a partir desse primeiro contato foi desenvolver o esboço do *layout* da planta e em seguida um esboço do Mapa de Fluxo de Valor do Estado Atual, de forma que o processo fosse organizado e descrito o mais próximo possível da realidade, sem que os dados tivessem sido coletados por completo ainda.

A seguir, com o esboço do Mapa de Fluxo de Valor do Estado Atual já desenhado, teve início a terceira etapa que foi a coleta dos dados para que suportassem a identificação da necessidade de potenciais melhorias na produção.

Por aproximadamente quatro meses, visitas semanais ocorreram junto ao chão de fábrica com a finalidade de coletar os dados sobre as atividades, analisando cada etapa, as sequências e feita a cronometragem dos processos.

A cronometragem consistiu na ida aos postos de trabalho e coletados no mínimo 10 tempos com ao menos 2 operadores diferentes. O maior tempo e o menor tempo foram desconsiderados e com os demais resultados feita as médias. Esse processo foi repetido no pelo menos 5 vezes para cada posto de trabalho, garantindo assim que os tempos coletados refletissem diferentes operadores, diferentes turnos e em diferentes dias.

Após a coleta dos dados, o quarto passo foi verificar a confiabilidade dos dados. Por conta disso, visitas em outros momentos foram agendadas para coletas de verificação dos dados com a finalidade de checar se as médias dos tempos, os

passos de trabalho e as atividades estavam condizendo com o que foi incluído no mapa.

Com o Mapa de Fluxo de Valor do Estado Atual elaborado e completo foi calculado o tempo *takt* para identificar a exigência de peças pela demanda. Assim, teve início a quinta etapa que possibilitou observar onde estava o processo gargalo e como poderia ser feita uma redução do tempo de ciclo para que ocorresse um fluxo contínuo no processo produtivo através de um balanceamento do tempo de produção. Portanto, foi preciso compreender as causas e posteriormente propor melhorias no processo.

Em seguida, foi feita a análise do *layout* da linha de produção, para avaliar como os desperdícios teóricos do Sistema Toyota de Produção eram abordados em relação ao transporte, estoques e organização das áreas.

Desta maneira, todo esse processo serviu de embasamento para a proposta do Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro, o novo *layout* e para o plano de ações com as melhorias propostas, que consistem no sexto passo.

Por fim, considerações foram feitas com relação ao que ocorre atualmente na fábrica e quais eram os problemas que mais impactavam a produção. Para a partir disso demonstrar como as melhorias propostas resultariam em um ganho significativo para a produção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os dados obtidos durante a pesquisa e discutidos os resultados conforme a metodologia apresentada na seção anterior.

Os dados contidos nesta seção não correspondem fielmente à realidade da empresa, sendo que alguns dados coletados tiveram de ser alterados ou suprimidos para divulgação. Entretanto, tais alterações não comprometem as conclusões do modelo aqui exposto em relação ao original.

4.1 ENTENDIMENTO INICIAL DOS PROCESSOS

A primeira etapa do fluxo de materiais encontra-se no recebimento de materiais, esta área atende ao Departamento de Logística da fábrica e tem a função de receber o material entregue pelos fornecedores, alocar os materiais nas estantes e registrar a entrada destes materiais no sistema interno, bem como todos os dados pertinentes desses produtos tais como lote, validade e quantidade.

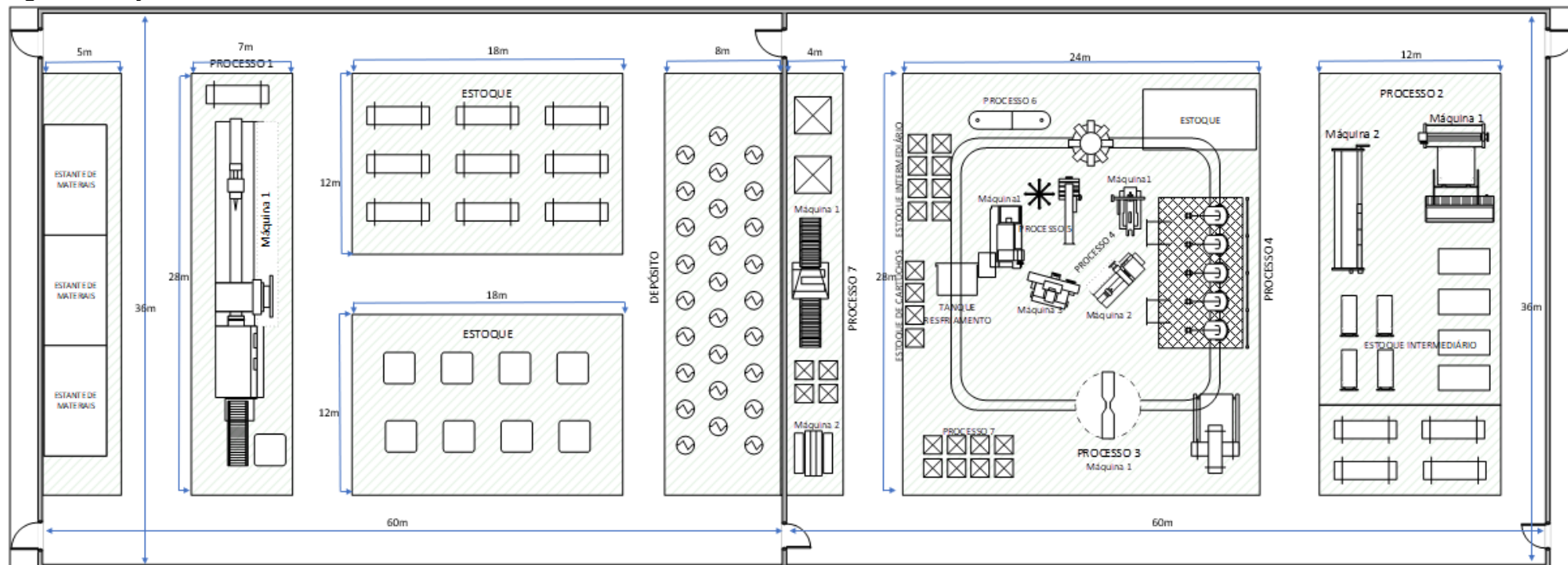
Uma vez que este material se encontra disponível nas estantes, os operadores da produção já podem coletá-los para dar início no processo.

O processo de fabricação tem início com a calandragem do composto bruto de borracha. A alta temperatura o composto é calandrado para tornar-se uniforme e homogêneo. Ao fim do processo esse composto forma uma manta fina de borracha e é enrolado em bobinas. Essas bobinas ficam em uma área intermediária à disposição da produção.

Concomitantemente, ocorre o processo de corte e solda dos tecidos que são utilizados para confecção de peças. Esses tecidos chegam em rolos e precisam ser cortados nas dimensões necessárias para serem utilizadas na confecção. Em seguida esse tecido cortado tem as pontas soldadas e é alocado em carrinhos que são transportados para a área do processo de confecção.

A Figura 7 mostra o *layout* da fábrica, de forma exemplificada, com todos os processos em seus respectivos locais, assim como os pontos de estoque de materiais:

Figura 7 – Layout da Fábrica



Fonte: Autoria Própria (2018).

A etapa da confecção é a etapa em que a peça toma forma e consiste na entrada da matriz. Esse processo é semiautomático, sendo necessário apenas que o operador introduza cada componente por vez no processo.

Após o *setup* da matriz, a confecção da peça tem início com a aplicação do tecido. O próximo passo é a bobinagem dos cordonéis ao redor e, por último, aplicação de uma camada de manta de borracha

Depois de confeccionado, a matriz com a peça é levada por um processo automático para a área de tratamento térmico. O tratamento térmico objetiva moldar e garantir as propriedades físicas no produto. Finalizado esse processo, a matriz é transportada para a extração da peça.

Em seguida, a peça de borracha vai para o processo de acabamento que tem a finalidade de remoção de imperfeições que o tratamento térmico possa ter ocasionado. A seguir ela é identificada e transportada para o corte. No processo de corte, a peça é fatiada em diferentes tamanhos menores para então ser enviada à mesa de segregação de peças.

Na etapa de segregação, após inspeção visual, as peças são separadas de acordo com os mercados que atendem podendo ser o atacado ou o varejo. Quando essas peças já fatiadas têm como destinação o atacado elas são embaladas em paletes e despachados para o armazém. Quando destinadas ao varejo, essas peças são transportadas antes para a encartuchadora que irá embalar em peças unitárias com rótulo de modelo para então ser destinado ao armazém.

O Quadro 6, contido no Apêndice A, destaca como as etapas dos processos são classificadas.

4.2 CONSTRUÇÃO DO MAPA DE FLUXO DO ESTADO ATUAL

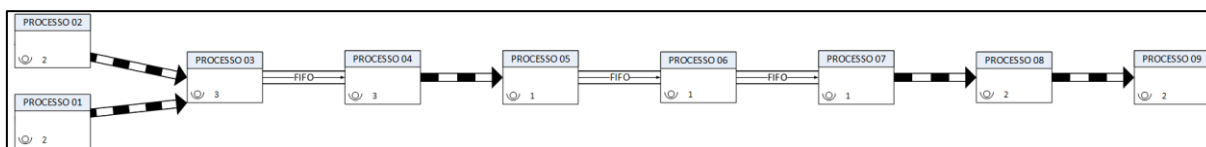
Uma vez entendido o processo e feito o esboço do *layout*, foi dado início a elaboração do mapa de fluxo de valor do estado atual.

A fábrica, objeto de estudo, trabalha 24 (vinte e quatro) horas por dia, 6 (seis) dias por semana de segunda-feira à sábado, em três turnos de 8 horas cada. A empresa trabalha com duas famílias de produtos bem definidas, possuindo cada uma delas a própria linha de produção, compartilhando apenas o processo de calandragem.

Entretanto, o *mix* de produção da empresa é muito variado tendo, por exemplo, cada família mais de 200 (duzentas) variações de produtos. Por esse motivo, o produto escolhido foi um que corresponde a aproximadamente 20% da produção diária e está constantemente sendo produzido. Este modelo também é um que a própria empresa utiliza como base para estudos da linha devido a este apresentar um tamanho intermediário, o que impacta em um tempo aproximado médio para os demais modelos da fábrica.

Desta forma, não houve dificuldade para a escolha da família de produtos e tão pouco dificuldade em enxergar os processos que compõem o mapeamento assim como o número de operadores que atuam nesses processos, conforme segue a Figura 8:

Figura 8 – Caixas de Processos



Fonte: Autoria Própria (2018).

Foi verificado que antes do Processo 03 os materiais são empurrados pelos processos precedentes, o mesmo ocorre quando as peças saem do Processo 04 para o Processo 05, do Processo 07 para o Processo 08 e, quando as peças saem da Processo 08 para o 09.

Entretanto, ocorre um FIFO (*First In/First Out*) entre os Processos 03 e 04, entre os Processos 05 e o Processo 06, e entre os Processo 06 e o 07. Isso ocorre, pois, esses processos, apenas processam uma peça por vez, sendo que assim que o processo anterior termina o próximo dá prosseguimento imediato, sem que ocorra um estoque de alto volume.

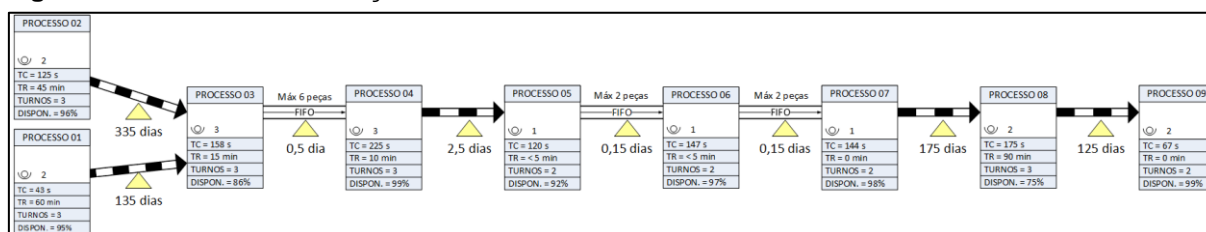
Após o entendimento do fluxo de material foi feita a análise das caixas de informações de cada processo. Para tanto, foi observado o tempo de ciclo, o tempo de *setup* e a disponibilidade dos processos. A coleta dos tempos de ciclo e o tempo de *setup* ocorreu cronometrando as tarefas em diferentes dias, turnos e com diferentes operadores e tirada a média destes tempos.

Em relação à disponibilidade dos processos, os valores foram coletados a partir das planilhas do Departamento da Manutenção que é responsável por controlar

os tempos de paradas no planejamento das atividades preventivas. Estes arquivos são alimentados com os dados provenientes dos protocolos de paradas de linha preenchidos pelos operadores. Estes protocolos registram os dados referentes à faltas de materiais, *setup*, quebras ou mesmo paradas preventivas.

Na caixa de informações também foi adicionado o número de turnos de operação. De maneira adicional nesta etapa do trabalho foram observados os estoques intermediários existentes entre cada processo e, como forma de padronizar os dados, o número das peças em estoques foram transformados em período de dias, conforme a Figura 9:

Figura 9 – Caixas de Informações



Fonte: Autoria Própria (2018).

O passo seguinte para a elaboração do Mapa de Fluxo foi a coleta de dados referentes aos fornecedores, clientes e o PCP da empresa, essa etapa envolve também o entendimento do fluxo de informações.

Junto aos fornecedores, foram consideradas no mapa as entregas de matérias-primas e os cartuchos de embalagem. Averiguou-se a frequência de entrega e a quantidade de material fornecido. E, os dados fornecidos em números brutos foram convertidos em dias. O fornecedor de cartuchos e o fornecedor de cordonel apresentam entrega mensal, o fornecedor de tecido entrega o material quinzenalmente e o fornecedor de compostos entrega semanalmente.

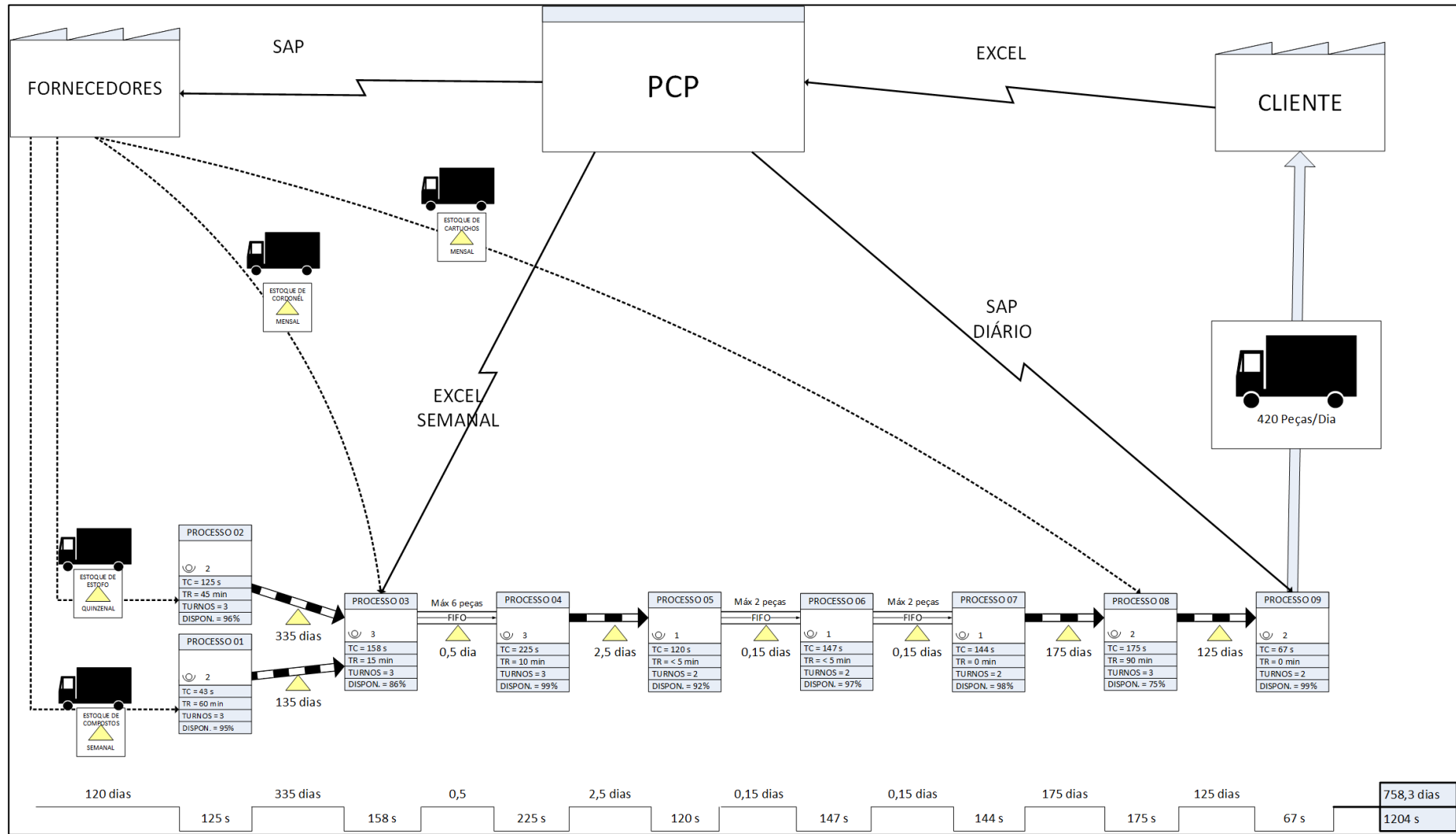
O fluxo de informação dos clientes com a fábrica ocorre por meio de correio eletrônico com a entrega da planilha Excel que contém a necessidade de peças para a semana. Quem recebe essa informação é o PCP da empresa que analisa a informação da demanda e repassa por meio do sistema ERP aos fornecedores qual a necessidade de matéria-prima a serem entregues.

O PCP também é o responsável por planejar as ordens de produção. Para isso, semanalmente é enviado para a produção da fábrica a planilha Excel com o planejamento de fabricação das peças.

Diariamente o PCP também repassa para a expedição do armazém qual a necessidade de separação dos materiais para a entrega ao cliente, sendo esse contato feito via ERP.

A Figura 10 apresenta o Mapa de Fluxo de Valor de Estado Atual da fábrica com todas as informações coletadas.

Figura 10 – Mapa de Estado Atual



Fonte: Autoria Própria (2018).

Ao observar o mapa de fluxo de valor do estado atual nota-se que a empresa apresenta elevado estoque tanto de matéria prima, quanto de produtos acabados. Como estoque significa produto em espera, ou dinheiro parado, estoque é compreendido como uma atividade que não agrega valor ao produto.

4.3 ANÁLISE DO MAPA DE FLUXO DO ESTADO ATUAL

O primeiro passo para entendimento dos resultados consistiu na determinação do tempo disponível para operação e as paradas que ocorrem por turno como mostra a Tabela 1:

Tabela 1 – Tempos Disponível para Operação (min)

TURNO	TEMPO DE TRABALHO	TEMPO DE ALMOÇO	TEMPO DE CAFÉ	LIMPEZA DO FIM DE TURNO	PARADAS GERAIS (2%)
A	480	60	15	20	10
B	480	60	15	20	10
C	480	60	15	20	10
TOTAL	1440	180	45	60	30

Fonte: Aatoria Própria (2018).

A fábrica, conforme pode ser observado na Tabela 1, possui três turnos de 8h cada, com paradas regulares referentes ao almoço, paradas para o café, limpeza de turno e foi considerado um tempo genérico estimado de 2% do tempo total referente a paradas gerais, que envolvem possíveis interrupções de manutenção.

4.3.1 *Tempo Takt*

Com os dados de tempos em mãos, foi possível calcular o tempo *Takt* ou o ritmo de produção. Para isso foi subtraído do tempo total de trabalho em minutos os tempos de paradas (Almoço, café, limpeza, paradas). Posteriormente, o resultado obtido foi multiplicado por 60, a fim de obter o tempo em segundos, e dividido pelas peças demandadas pelo cliente, no caso foi considerado uma demanda diária

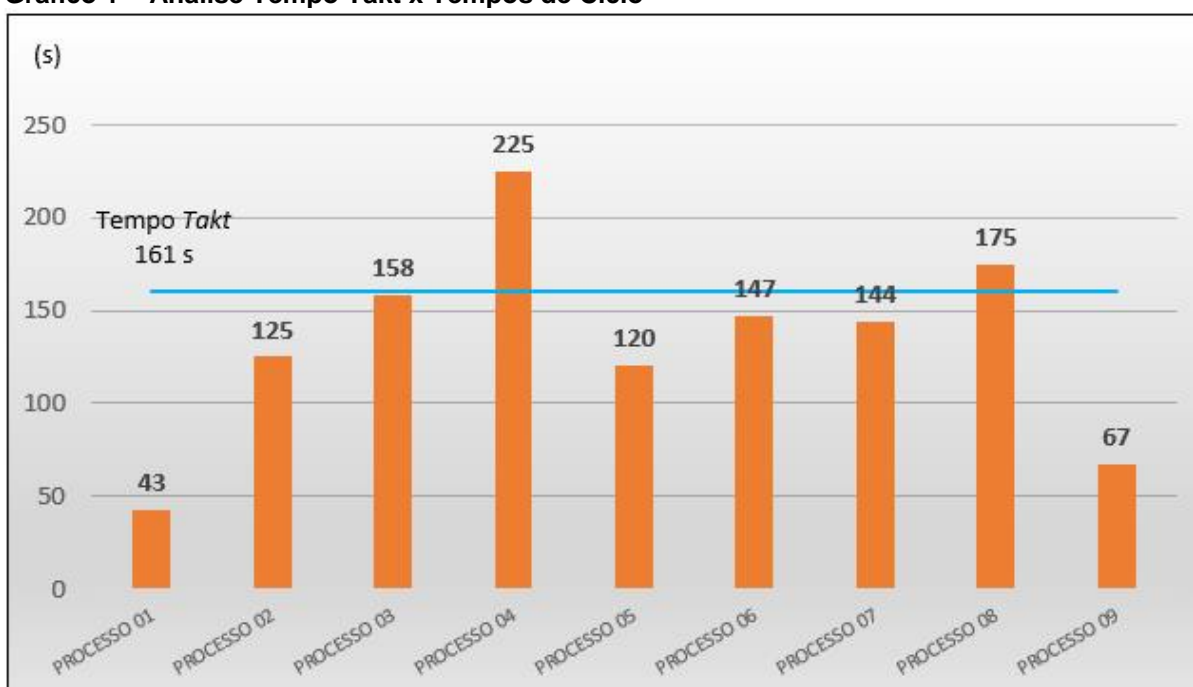
aproximada de 420 peças/dia. Desta forma, o ritmo da produção foi determinado pela Equação 1:

$$Takt\ Time = \frac{(1440 - 180 - 45 - 60 - 30) \times 60}{420} = \frac{67500}{420} = 161\ \text{peças/s} \quad (1)$$

Desta forma, foi observado que o ritmo de produção (Tempo *Takt*) é de 161 segundos por peça, ou seja, a cada 161 segundos o cliente exige uma peça.

A partir deste resultado, foi possível observar graficamente a relação dos tempos de ciclo de cada processo com o tempo *Takt*, de acordo com o Gráfico 1:

Gráfico 1 – Análise Tempo Takt x Tempos de Ciclo



Fonte: Autoria Própria (2018).

Por meio do gráfico, foi possível notar que dois processos apresentam tempo de ciclo acima do tempo *Takt*: o Processo 04 e o Processo 08.

4.4 PONTOS DE MELHORIA OBSERVADOS

Com o Mapa de Fluxo do estado atual, o *layout* do processo elaborado, o fluxograma de atividades confeccionado e a análise de tempo *Takt* calculada, foi possível observar pontos de melhoria citados:

1) Estratégia de produção, *Heijunka* e estoques.

A estratégia de produção da empresa é de MTS (*Make To Stock*), onde a produção é voltada ao estoque de produtos. Isso ocorre devido ao elevado *mix* de modelos ofertados pela empresa, tornando a tarefa complexa a adoção da estratégia MTO (*Make To Order*), ou seja, produzir de acordo com a demanda.

O Mapa de Fluxo de Valor Atual apresenta elevados níveis de estoque na empresa, tanto de matéria-prima quanto de estoques de produtos. Isso pode ser atribuído à possíveis erros de programação, pois muitas vezes são produzidas peças em demasiada quantidade sem que haja necessidade de produzir todas de uma única vez.

Por exemplo, foram observados itens no estoque produzidos em lotes grandes demais, baseados na previsão de demanda errada, e que não foram vendidos, gerando assim estoque de peças prontas aguardando a demanda do cliente para saída destes produtos do armazém há mais de dois anos.

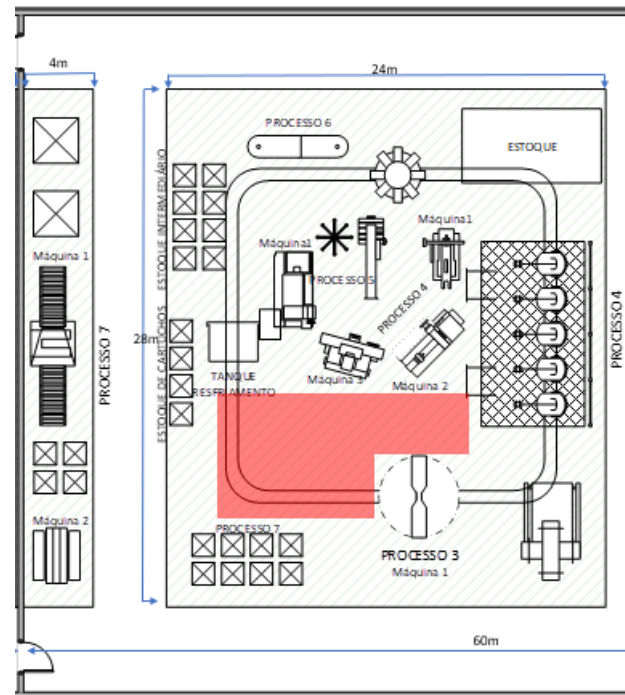
É preciso que seja implementado na fábrica um nivelamento da produção de acordo com a necessidade da demanda de forma que esta superprodução em um único turno seja solucionada.

2) *Layout*, fluxo contínuo.

Em alguns processos, o espaço disponibilizado é estreito acarretando na falta de um local adequado para posicionar as peças que saem e entram no processo de produção. Dessa forma, observa-se que as peças são alocadas no espaço que o operador pensa ser o melhor ou mesmo na área que estiver disponível. Isso ocorre principalmente na célula dos Processos 04 e 05.

Na área apresentada pela Figura 11, destacada em vermelho, nota-se que há algumas áreas vazias e subutilizadas que poderiam ser ocupadas para aumentar a distância entre as máquinas. Podendo, assim, mudar o *layout* e incluir áreas de marcação para alocação do estoque intermediário de peças entre os processos.

Figura 11 – Área não utilizada



Fonte: Autoria Própria (2018).

Complementar a este ponto, aproveitando a mudança do *layout* é importante incorporar as máquinas do Processo 7 ao fluxo de produção removendo o corredor e aplicando uma produção de fluxo contínuo.

Fazendo isso, não seriam necessárias duas áreas de estoques de peças, uma em cada lado do corredor, e também haveria eliminação da necessidade de locomoção do operador para buscar peças e coloca-las no local necessário à frente da Máquina 01 do Processo 07.

3) *Heijunka*, 5S e disponibilidade de materiais.

Ao observar o Mapa de Fluxo de Valor, duas caixas de processos apresentam disponibilidade abaixo dos 90%: o Processo 03 e o Processo 08. Sendo que esta última também mostra um tempo de ciclo acima do tempo *takt*.

Analisando os arquivos da manutenção referentes à disponibilidade de operação dos processos, notou-se que o motivo mais frequente apontado como parada no Processo 03 foi o *setup*. Todavia, a troca de ferramentas nesse processo já ocorre no menor tempo possível segundo afirma a Engenharia de Processos da fábrica, e que a causa apontada é devido ao número de trocas de ferramentas que é preciso fazer para atender a programação da produção.

Com relação ao Processo 08, o principal fator apontado nos protocolos é referente à falta de materiais, no caso os cartuchos para embalagem das peças. Ou seja, a falta de cartuchos acarreta em baixa disponibilidade do processo para operar, gerando estoque de peças aguardando os cartuchos do modelo certo.

Desta maneira, comprova-se que há um problema na requisição de compra dos materiais, pois há falta de certos modelos de cartuchos enquanto que para outros modelos há disponibilidade excessiva de cartuchos. Isso é comprovado com uma visita ao local, verifica-se que há cartuchos para modelos que não saem há mais de dois anos e que não são utilizados.

Novamente observa-se o problema da programação da produção, desta forma atuando na disponibilidade de tempo de operação dos processos. Uma forma de solucionar isso é aplicar mais profundamente o programa 5S.

Uma solução de imediato seria incluir na avaliação do *Check List* do 5S, que já é empregado pela empresa, a conferência do material em estoque físico com o que é apontado no sistema.

Com essas melhorias, ocorreria maior controle em relação à organização dos materiais que estão na fábrica e que podem ou devem ser descartados, liberando espaço no estoque. É preciso um “pente fino” nos estoques de cartuchos do armazém e verificar o que há e o que falta na fábrica, para assim manter a organização e o fluxo correto de materiais.

4) *Kanban*, pulmão de mercado e estoque de segurança.

Outro ponto observado é em relação ao estoque final do armazém. O armazém possui um elevado estoque e não há controle total das peças. Uma proposta é aplicar um pulmão de mercado, necessário apenas para atender a demanda e junto a isso, um *kanban* de sinalização para ativar a produção do processo puxador que é a confecção.

Como foi observado que o processo restritivo é o Processo 04, é importante aplicar um estoque de segurança entre esse processo e o Processo 05 de pelo menos um dia. Dessa forma fica garantido a disponibilidade de peças para que os processos posteriores operem no caso de quebra de alguma máquina do Processo 04 ou qualquer outro problema que venha a ocorrer que gere paradas do processo.

5) Oportunidade de estudo futuro: Máquinas para o Processo 04.

O Processo 04 apresentou um tempo de ciclo acima do tempo *Takt*, podendo assim concluir ser esse o processo restritivo, ou seja, é esse o processo gargalo que restringe o sistema.

Todavia, por ser um processo totalmente automático e definido pela sede que está fora do Brasil, este torna-se restrito a mudanças, proporcionando apenas uma alternativa de melhoria que seria a aquisição de duas novas máquinas, de forma que seja ampliada sua capacidade de processamento.

Porém, essa alternativa demanda investimento financeiro, a partir disso este estudo gera assim uma oportunidade para um estudo futuro quanto a viabilidade financeira da aquisição de tais máquinas.

Por questão de sigilo da empresa, os dados que resultam na redução do tempo de ciclo deste processo não puderam ser mostrados neste trabalho.

6) Oportunidade de estudo futuro: *Kaizen* no PCP.

Devido ao elevado número de modelos que a empresa trabalha nas duas famílias de produtos, o planejamento da produção torna-se uma tarefa complexa. Erros relacionados ao planejamento ocorrem de forma frequente, gerando estoques e falta de materiais necessários para a produção.

O motivo para esse fato é apresentado pelo PCP como sendo a dificuldade da previsão da demanda, restando dessa maneira a adoção da estratégia de produção MTS.

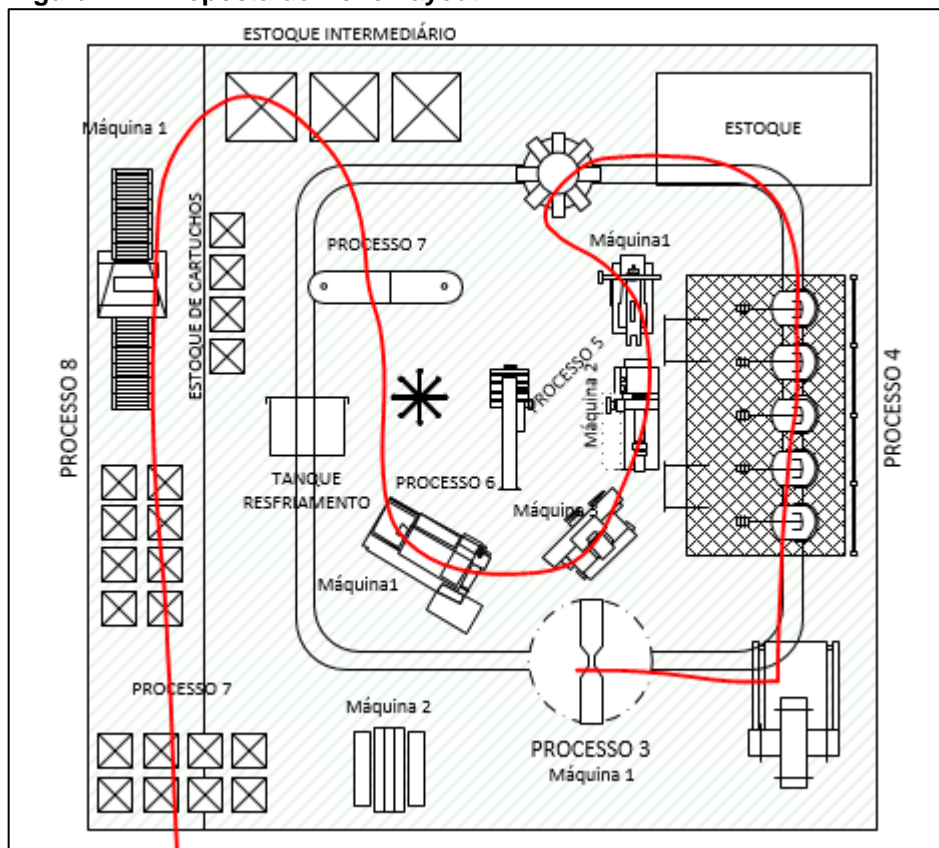
Para resolver esse problema, é necessário aplicar um *Kaizen* no PCP que envolva todas as áreas (produção, logística, vendas, compras) para que uma solução seja encontrada.

4.4.1 *Mudanças Nos Processos Após Melhorias*

Aplicando as melhorias propostas na subseção anterior, espera-se a redução do *lead time* de produção. A Figura 12 exhibe a proposta de um novo *layout* de

produção aplicando-se fluxo contínuo a partir da disposição em linha das máquinas no processo. O fluxo de produção é representado por uma linha vermelha.

Figura 12 – Proposta de Novo Layout

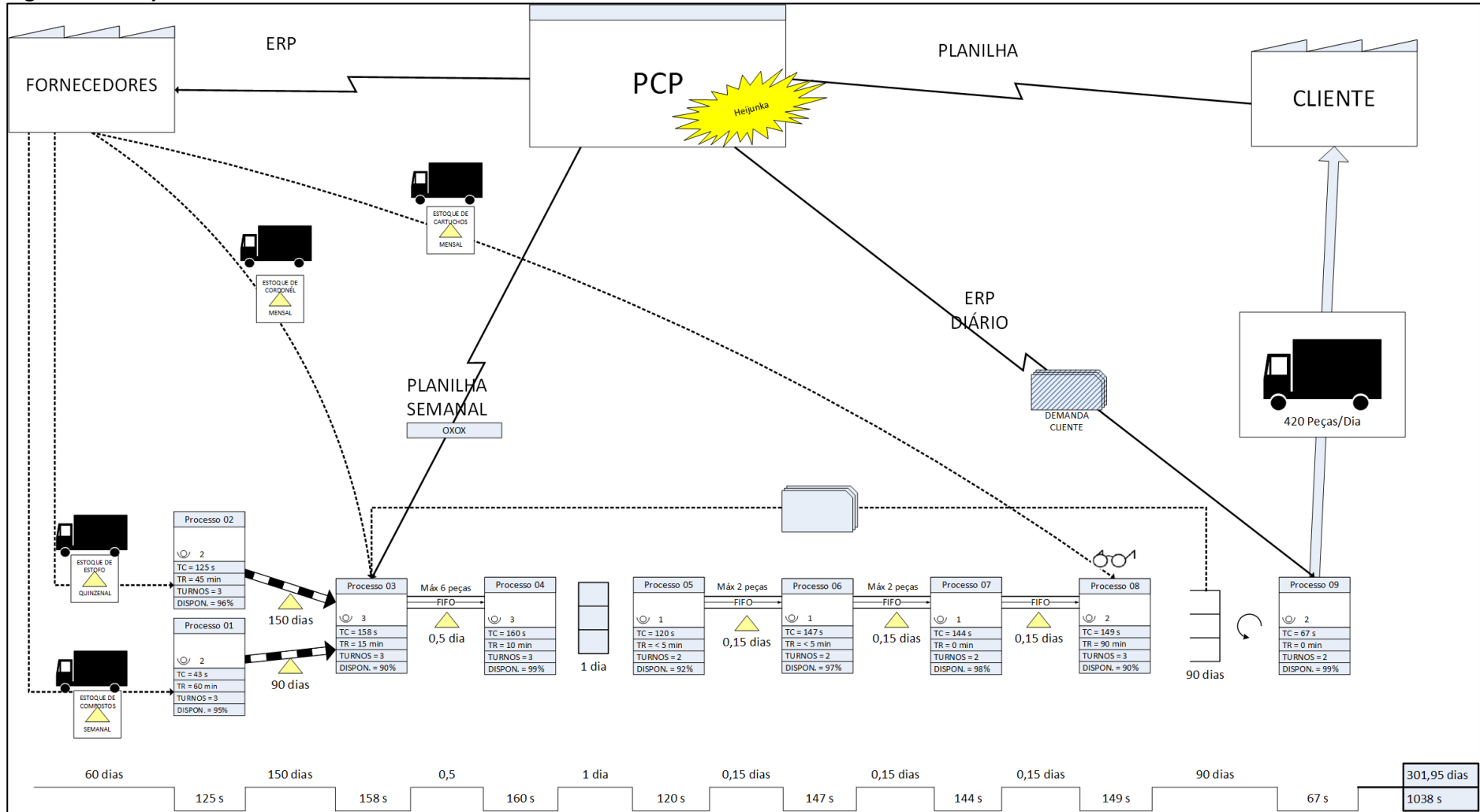


Fonte: Autoria Própria (2018).

A mudança do *layout* em linha com a eliminação do corredor, reduz o tempo desperdiçado com a movimentação desnecessária, elimina um dos estoques intermediários e integra o Processo 08 ao fluxo de produção.

O Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro é apresentado pela Figura 13. Nota-se uma esperada redução no *lead time* de produção e também nos tempos de estoque do mapa de fluxo futuro. Por exemplo, de 758,3 dias para 301,95 dias os tempos de estoque; de 1204 segundos para 1038 segundos a soma total dos tempos de ciclo. Este resultado é esperado devido a aplicação do grupo *kaizen* na busca pela aplicação de uma solução quanto ao fluxo de entrada e saídas de materiais (previsão de venda e compra de matéria-prima) e também ao impacto que geraria o nivelamento da produção.

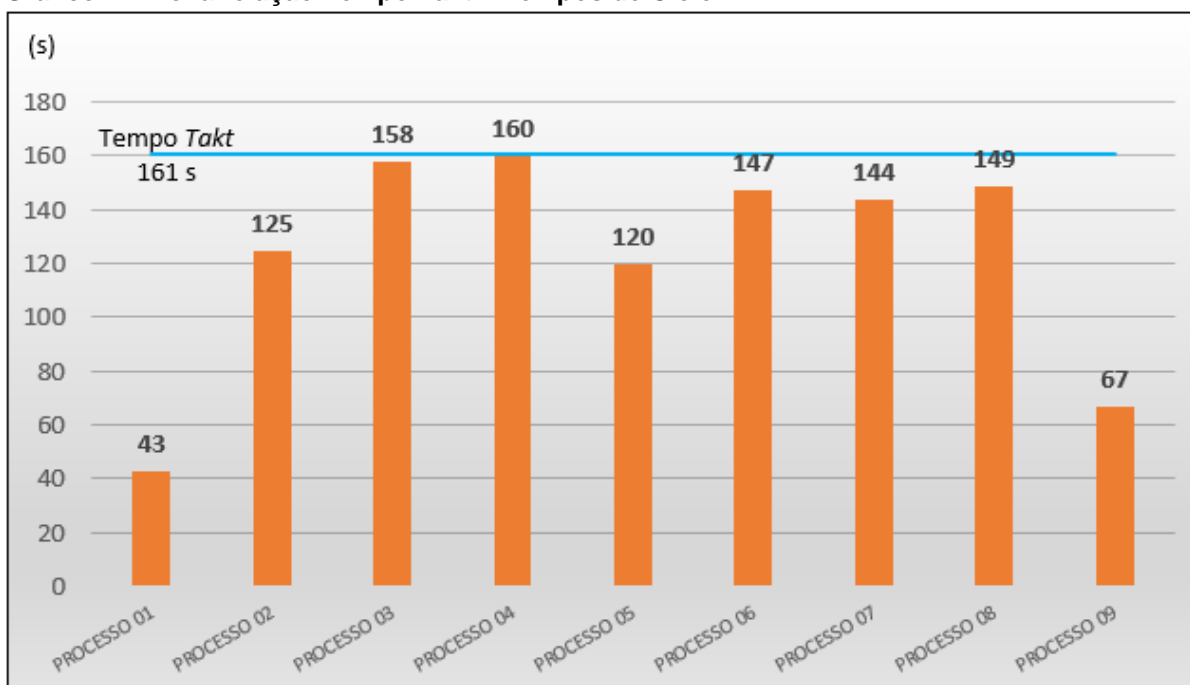
Figura 13 – Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro



Fonte: Autoria Própria (2018).

A partir desses dados, o Gráfico 2 apresenta a relação dos tempos *takt* com os tempos de ciclos esperados após as mudanças.

Gráfico 2 – Nova relação Tempo Takt x Tempos de Ciclo



Fonte: Autoria Própria (2018).

Com relação aos tempos de ciclo, o Processo 04 com a aquisição de novas máquinas implicou na redução de 29% do tempo de ciclo no processo. Quanto ao Processo 08, o aumento da disponibilidade esperada ao aplicar um fluxo contínuo e a solução quanto a falta de materiais para o processo resultaria no aumento da disponibilidade do processo de 75% para 90% e a redução do tempo de ciclo do processo em 15%, consequentemente.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

A preocupação das empresas em torno da utilização dos recursos que resulte em maior produtividade é evidente e está refletida na busca pela redução dos desperdícios apregoados pelo Sistema Toyota de Produção, por isso é imprescindível a aplicação de ferramentas que mapeiem os pontos de melhoria nos processos produtivos (BENETTI, 2010).

Entretanto, o mapeamento é apenas parte inicial do trabalho empregado para eliminação dos desperdícios em uma organização. Após apontado os locais necessários para aplicação das melhorias, é preciso o esforço de toda a organização para que ocorra uma mudança efetiva no fluxo de produção de modo que os resultados se tornem evidentes.

Portanto, é preciso o apoio da alta gerência que suporte as mudanças e também dos colaboradores em relação a comportamentos e práticas, ou seja, as mudanças impactam todos e é preciso manter o foco, pois apresentam resultados expressivos de longo prazo (KRELING, 2016).

Para auxiliar a organização foi elaborado o Quadro 5 com um plano de ação orientativo como um primeiro passo na busca pela aplicação da mentalidade enxuta na produção.

Quadro 7 – Plano de Ação

Plano de Ação						
#	O quê?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
1	Nivelamento da Produção	Para reduzir os níveis de estoques	Logística	Departamento de PCP / Departamento de Eng. de Processos	Imediato	Aplicar um <i>kaizen</i> com todos os interessados e envolvidos com a finalidade de reduzir os estoques por meio da aplicação de um plano de produção.
2	Mudança do <i>Layout</i>	Aplicar fluxo contínuo na produção e melhorar a organização da área	Produção	Departamento de Eng. Industrial / Departamento de Eng. De Processos	Imediato	Estudar o melhor dia para a parada das máquinas e mudar o <i>layout</i> dos processos integrando todos em um fluxo contínuo, aproveitando todo o espaço disponível das áreas.
3	Falta de Materiais	Aumentar a disponibilidade dos processos	Processo 08	Departamento de Produção / Departamento de PCP	Imediato	No <i>kaizen</i> que será feito para estudar o problema dos estoques, abordar o tema da disponibilidade dos processos que apresentam níveis abaixo dos demais devido a falta de materiais.

Fonte: Autoria Própria (2018).

Continua...

Continuação.

Quadro 8 – Plano de Ação

4	Falta de Materiais	Reduzir estoques e aumentar a disponibilidade de operação	Processo 08	Departamento da Eng. de Processos	Imediato	Rever os itens do <i>check list</i> do 5S e incluir a conferência dos materiais físicos com o apontado no sistema interno.
5	Pulmão de Mercado	Aplicar uma ferramenta de controle visual que ative a produção	Armazém	Departamento da Eng. de Processos / Departamento de Produção	Imediato	Estudar uma forma de aplicar um pulmão de estoque junto a utilização de um <i>kanban</i> que sinalize a necessidade de produção de peças.
6	Estoque de Segurança	Implementar um estoque de segurança junto ao processo restritivo	Processo 04	Departamento da Eng. de Processos / Departamento de Produção	Imediato	Implementar um estoque de segurança posterior ao processo restritivo de um dia garante que a produção não seja afetada.
7	Máquinas Extras	Aumentar a produtividade e resolver o problema de gargalo que o processo restritivo apresenta no sistema	Processo 04	Departamento da Manutenção / Departamento da Eng. Industrial	Imediato	Estudar a viabilidade de instalação de mais máquinas ao processo restritivo.
8	Previsão de Demanda	Integrar a informação entre as áreas	Fábrica	Todos	A Definir	Convocar um evento <i>kaizen</i> que trate o problema da previsão de demanda e como isso afeta todas as áreas. Buscar uma solução com base na expectativa e nas dificuldades de todos os departamentos envolvidos de maneira que minimize o problema.

Fonte: Autoria Própria (2018).

Em suma, a organização objeto de estudo apresenta alguns pontos de melhoria que necessitam do envolvimento de diversos departamentos, por exemplo, o problema dos estoques de produtos acabados pode ser contornado com o envolvimento do Departamento de PCP com o Departamento de Engenharia de Processos, um *Kaizen* com as duas áreas na busca pela solução do problema é um importante passo para aplicação da mentalidade enxuta na organização.

No decorrer do trabalho notou-se que a empresa pode ser beneficiada com o mapeamento dos seus processos produtivos ao evidenciar, por exemplo, como a falta de um planejamento mais coerente junto a compra de materiais e matéria-prima impacta na disponibilidade dos processos, assim como o problema em relação aos estoques intermediários, pois em certos pontos o estoque de um determinado material chega a ser de meses enquanto outro material apresenta falta.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho atinge seu objetivo em apontar, por meio do mapa de fluxo de valor, como os processos produtivos da família estudada podem apresentar melhorias significativas.

O mapeamento permitiu entender os processos e suas etapas de produção, além de como as atividades são desempenhadas em cada uma destas etapas produtivas. A compreensão destes processos, proporcionou identificar os pontos críticos de melhoria e a partir disso quais as ferramentas enxutas poderiam ser aplicadas para que houvesse a redução das atividades que não agregam valor ao produto.

Assim, o *lead time* produtivo apresentou significativa redução no mapa do estado futuro quando comparado ao mapa do estado atual. E, conseqüentemente, o mapeamento apresenta de forma dinâmica as vantagens de aplicar tais ferramentas enxutas ao processo.

Algumas dificuldades para a elaboração do trabalho devem ser citadas como a dificuldade de coleta das informações, apesar dos dados estarem acessíveis. Foi trabalhoso entender qual departamento era responsável pelo o que e como os outros departamentos da organização interagiam entre si, bem como de que forma os dados eram transformados em informação relevante.

Outro ponto a ser citado foi que apesar da empresa demonstrar-se solícita para elaboração do presente trabalho fornecendo acesso às planilhas, sistema e pessoas dentro do ambiente, houve barreiras quanto à divulgação dos resultados tomando tempo para que ocorresse um acordo sobre o que poderia ser divulgado e como as conclusões apresentadas poderiam ser expostas.

Além disso, compreender todo o fluxo de materiais e informações foi difícil visto que apesar da empresa trabalhar com apenas duas famílias de produtos o seu *mix* produtivo possui mais de duzentos modelos, incorrendo em um problema na identificação de qual modelo exemplificaria melhor a família a ser estudada.

Apesar das dificuldades, o mapa de fluxo de valor mostrou-se uma ferramenta versátil e útil para a identificação dos pontos de melhoria assim como para compreensão do processo produtivo a ser analisado. Ou seja, a ferramenta utilizada neste trabalho mostrou resultados satisfatórios apontando problemas que não eram

tão evidentes para a organização como o *lead time* produtivo demorado e a necessidade de aumento da disponibilidade de um dos processos ser afetada pela falta de material.

Por fim, recomenda-se que a organização volte a aplicar a ferramenta continuamente após a aplicação das ferramentas enxutas sugeridas de forma que novos pontos de melhorias sejam identificados ou para evidenciamento se as ferramentas aplicadas estão ou não trazendo os resultados esperados. Este trabalho também fornece uma importante contribuição que proporciona à organização duas oportunidades de estudos que impulsionam a produção.

REFERÊNCIAS

ASME (American Society Of Mechanical Engineers). **ASME Standard: Operation And Flow Process Charts**. New York, 1947/1952.

ANTUNES, J. A. V. **Sistemas De Produção: Conceitos e Práticas Para Projeto e Gestão da Produção Enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ARAÚJO, C. A. C.; RENTES, A. F. A Metodologia *Kaizen* na Condução de Processos de Mudança em Sistemas de Produção Enxuta. **Revista Gestão Industrial**, v. 2, n. 2, p. 133-142, 2006.

BACAUI, A.; QUELHAS, O. Corrente Crítica: Uma alternativa a gerência de projetos tradicional. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, p. 1-21, n. 2, 2004.

BARNES, R. M. **Estudos de Movimentos e Tempos**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1982.

BENETTI, H. P. **Diretrizes Para Avaliar a Estabilidade do Fluxo de Valor Sob a Perspectiva da Mentalidade Enxuta**. 2010. 176 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BOOPATHI, M. S.; KUMAR, S. S. Implementing of Lean Tool in Garment Industry: A Review. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, v. 4, n. 3, p. 55-60, 2015.

CHEN, T. Discussion on Integration of Lean Production and Six Sigma Management. **International Business Research**, v. 1, n. 1, p. 38-42, 2008.

CORRÊA, L. H.; CORRÊA, A. C. **Administração de produção e operações, Manufaturas e Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COX III, J. F.; SPENCER, M. S. **Manual da Teoria das Restrições**. Porto alegre: Bookman, 2002.

CRUZ, C. F.; SILVA, R. R.; MARQUES, A.; SANTOS, R. Uma análise do desempenho do curso de Ciências Contábeis no ENADE a partir do processo de raciocínio da Teoria das Restrições. **Revista de contabilidade da UFBA**, v. 3, n. 3 p. 33-48, 2009.

DENNIS, P. **Lean Production Simplified**. 2. ed. New York: Productivity, 2007.

DETTMER, W. **Beyond Lean Manufacturing: Combining Lean and the Theory of Constraints for Higher Performance**. 2002. Disponível em: <<http://goalsys.com/books/documents/TOCandLeanPaper-rev.1.pdf> >. Acesso em: 20 nov. 2017.

DUMITRESCU C.; DUMITRACHE M. The Impact of Lean Six Sigma on the Overall Results of Companies. **Economia. Seria Management**, v. 14, n. 2, p. 535-544, 2011.

GHINATO, P. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: ALMEIDA, A. T.; SOUZA, F. M. C. **Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2000. cap. 2, p. 31-59.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDRATT, E.; COX, J. **A Meta: Um Processo de Aprimoramento Contínuo**. São Paulo: Educator, 1995.

GOLDRATT, E. **A Síndrome do Palheiro: Garimpendo Informação Num Oceano de Dados**. São Paulo: Educator, 1991.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Enxugando a Empresa: Um Guia Para Implementação**. São Paulo: IMAM, 2000

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **A Ciência da Fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

KRELING, R.; **Gestão Estratégica da Produção: Proposta de um método que recomenda técnicas de produção para alavancar as diferentes dimensões competitivas**. 2016. 195 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -

Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, 2016.

LAUGENI, F. P.; MARTINS, P. G.; **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2002.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean**: Glossário Ilustrado Para Praticantes do Pensamento *Lean*. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 2003.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota**: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, J. K., MEIER, D. P. **O Modelo Toyota**: Manual de Aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LUSTOSA, L.J.; DE MESQUITA, M.A.; OLIVEIRA, R.J. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**: Uma orientação Aplicada. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

MARINO, L. H. F. Gestão da Qualidade e Gestão Do Conhecimento: Fatores-Chave Para Produtividade e Competitividade Empresarial. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. Anais... Bauru: UNESP, 2006. p. 1-9.

MELLO, A.; **Aplicação do mapeamento de processos e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos**. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2008.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**: Uma Abordagem Integrada ao *Just-In-Time*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

NEUMANN, C.; SCALICE, R. K. **Projeto de fábrica e layout**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

NORUMA, D. M. **Planejamento do Arranjo Físico e das Normas de Segurança e Utilização da Nova Sala de Projetos do PRO**. 2013. 105 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia Científica: Um Manual Para a Realização de Pesquisas em Administração**. 2011. 72 f. Manual (pós-graduação) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2011.

OSADA, T. **Housekeeping, 5S's: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke**. 3. ed. São Paulo: Instituto IMAM, 1992.

PACHECO, D. A. J. Teoria das Restrições, *Lean Manufacturing* e Seis *Sigma*: Limites e Possibilidades de Integração. **Production**, v. 24, n. 4, p. 940-956, 2014.

PIRES, S. **Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management): Conceitos, Estratégias, Práticas e Casos**. São Paulo: Atlas, 2004.

PIZZOL, S. J. S. Combinação de Grupos Focais e Análise Discriminante: Um Método Para Tipificação de Sistemas de Produção Agropecuária. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 451-468, 2004.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor Para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício**. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 2003.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; SANTOS, E. J. Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor Para a Implantação da Produção Enxuta na Fabricação de Fios de Cobre. **Revista Gestão Industrial**, v. 07, n. 4, p. 118-139, 2011.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M.; **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, N. A.; **O Sistema Toyota de produção e teoria das restrições como base para a análise da função produção em empresas do setor têxtil**. 2016. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2016.

SLACK, N.; JONES, A. B.; JOHNSTON, R. **Operations Management**. 7. ed. Harlow: Pearson, 2013.

SOUZA, F. B.; PIRES, S. R. I. Produzindo para disponibilidade: uma aplicação da Teoria das Restrições em ambientes de produção para estoque. **Gestão & Produção**, v. 21, n. 1, p. 65-76, 2014.

SOUZA, W. R.; KAWAKAME, M. S.; AUGUSTO, E. P. Viabilidade e Análise da Importância do 5S para a Competitividade Organizacional em uma Empresa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 42., 2014, Juiz de Fora. **Anais....** Juiz de Fora: ABENGE, 2014. p. 1-11.

STAMM, M.L.; NEITZERT, T.R.; DARIUS P.K. *TQM, TPM, TOC, Lean and Six Sigma – Evolution of manufacturing methodologies under the paradigm shift from Taylorism/Fordism to Toyotism*. In: *INTERNATIONAL ANNUAL EUROMA CONFERENCE*, 16., 2009, Göteborg, Suécia. **Anais....** Göteborg: AUT University, 2009. p. 1-10.

SUZAKI, K. **The New Manufacturing Challenges: Techniques For Continuous Improvement**. New York: The Free, 1987.

TARDIN, G. G. **O Sistema Puxado e o Nivelamento da Produção**. 2001. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Fabricação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

THIOLLENT, M. **Metodologia de Pesquisa-Ação**. 15 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 16.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2016.

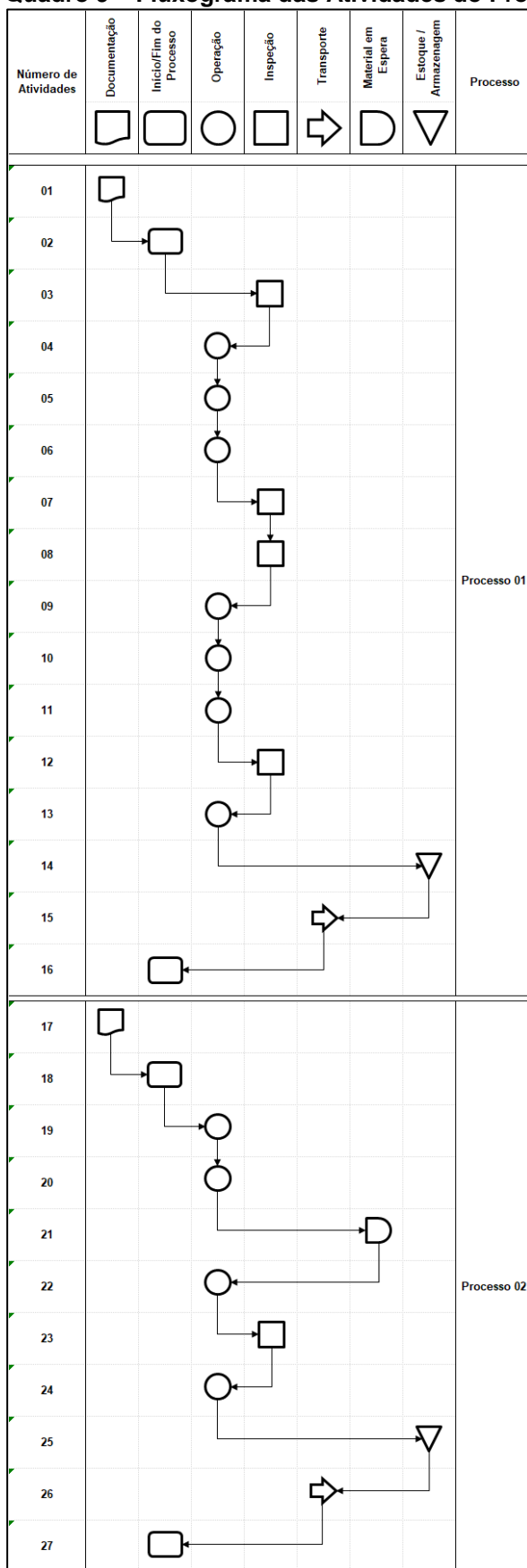
VOLLMANN, T. et al. **Manufacturing Planning & Control Systems for Supply Chain Management**. New York: McGraw Hill, 2005.

WALKER, W. T. Practical application of drum-buffer-rope to synchronize a two-stage supply chain. **Production and Inventory Management Journal**, v. 43, n. 3-4, p. 13-23, 2002.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina Que Mudou o Mundo**. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1992.

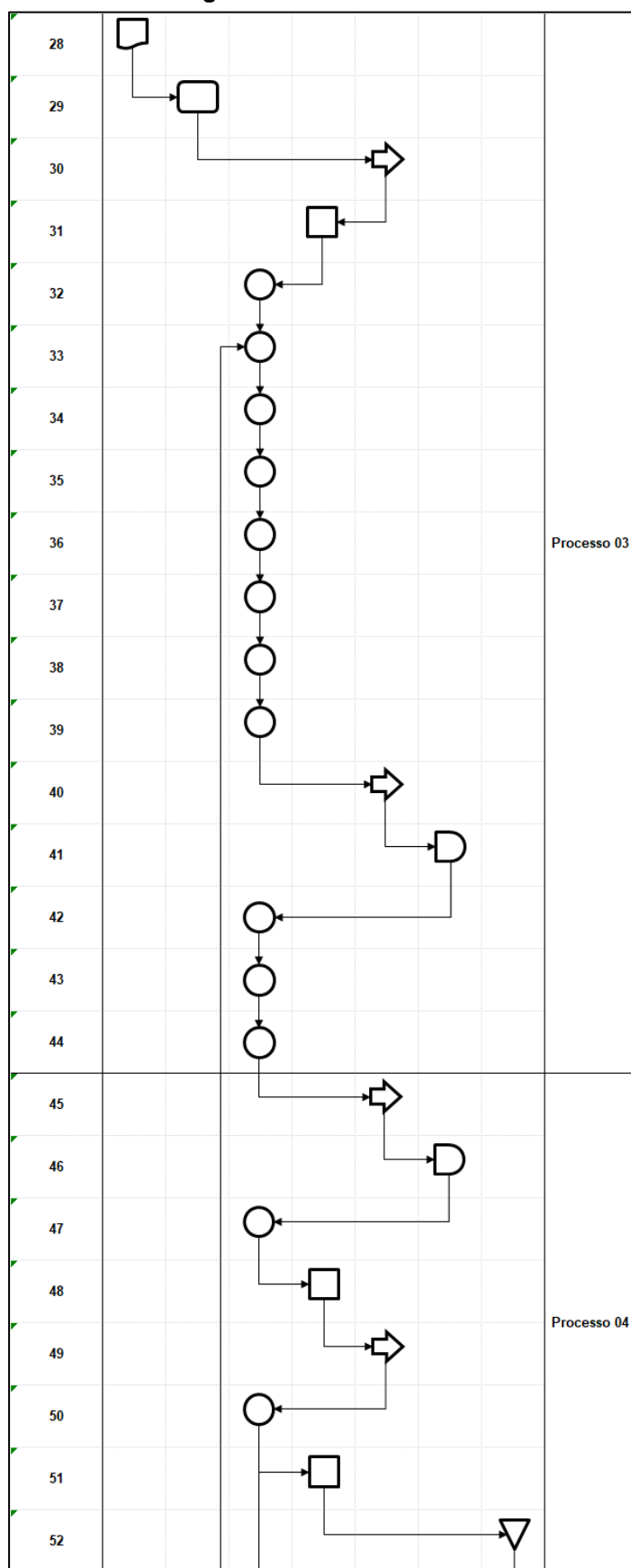
APÊNDICE A - Fluxograma das Atividades do Processo

Quadro 9 – Fluxograma das Atividades do Processo



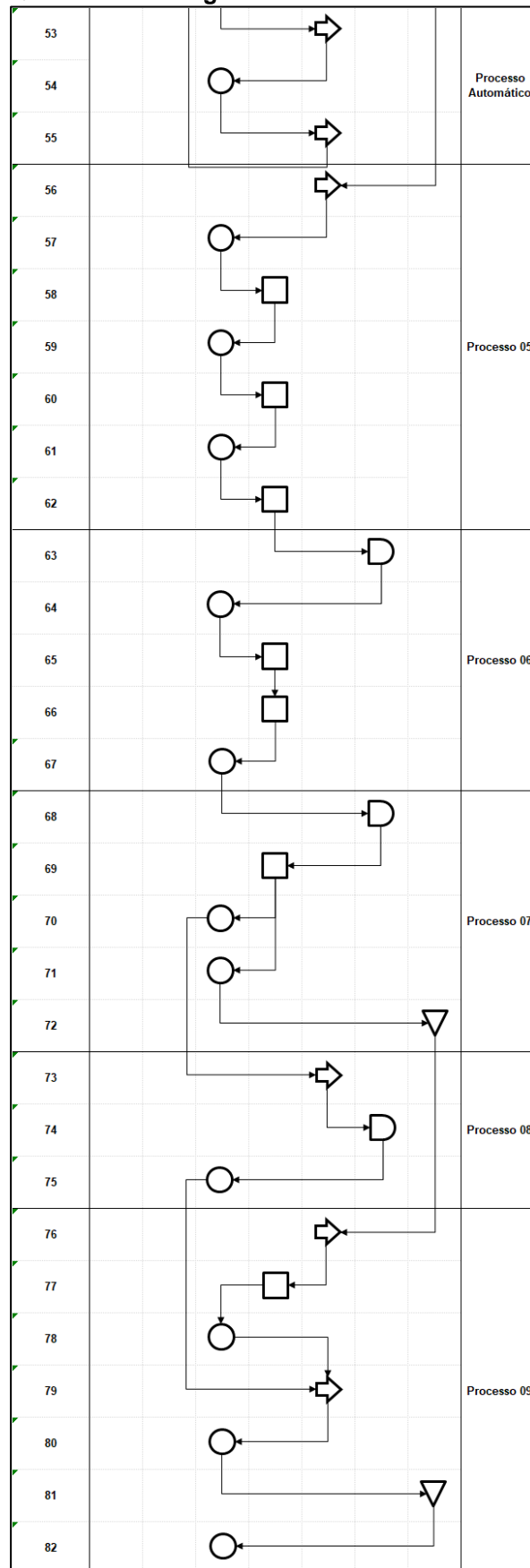
Fonte: Autoria Própria (2018).

Quadro 6 – Fluxograma das Atividades do Processo



Fonte: Autoria Própria (2018).

Quadro 6 – Fluxograma das Atividades do Processo



Fonte: Autoria Própria (2018).