

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RAFAEL BIAGINI MENDES
CONRADO HENNEBERG SCHIFFER

**MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE
MANUFATURA DE PEQUENO PORTE PARA O DIAGNÓSTICO DA
IMPLEMENTAÇÃO DE CONCEITOS DE PRODUÇÃO ENXUTA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2018

RAFAEL BIAGINI MENDES
CONRADO HENNEBERG SCHIEFFER

**MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE
MANUFATURA DE PEQUENO PORTE PARA O DIAGNÓSTICO DA
IMPLEMENTAÇÃO DE CONCEITOS DE PRODUÇÃO ENXUTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em (Engenharia de Produção), do (Departamento de Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Gerson Ishikawa

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

**MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE
MANUFATURA DE PEQUENO PORTE PARA O DIAGNÓSTICO DA
IMPLEMENTAÇÃO DE CONCEITOS DE PRODUÇÃO ENXUTA**

por

RAFAEL BIAGINI MENDES
CONRADO HENNEBERG SCHIFFER

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 28 de junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dr. Gerson Ishikawa
Prof. Orientador

Prof. Dr. Rui Tadashi Yoshino
Membro titular

Prof. Dr. Evandro Eduardo Broday
Membro titular

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

RESUMO

MENDES, R.B.; SCHIFFER, C.H. **Mapeamento do processo produtivo de uma empresa de manufatura de pequeno porte para o diagnóstico da implementação de conceitos de produção enxuta.** 2018. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

Este trabalho trata-se de um estudo de caso em uma empresa de pequeno porte situada no estado do Paraná que atua no ramo de vasos plásticos para mudas e plantas. O estudo partiu de um mapeamento de processos que teve como propósito diagnosticar a linha produtiva da empresa com base em conceitos de produção enxuta (*Lean Manufacturing*). O objetivo foi analisar os benefícios e as dificuldades da aplicação de uma ferramenta de *Lean* em uma empresa de pequeno porte (PME). O método de mapeamento de processos utilizado nesse estudo foi o *Shingo-Style*, o qual apresenta um formato interativo e simplificado na identificação de desperdícios produtivos. Embora este estudo tenha apresentado limitações na aplicação de *Lean* pela conjuntura do negócio da empresa desse estudo de caso, o método foi eficaz na identificação de possíveis melhorias, sendo elaborado assim um mapa de estado futuro como meta. Além disso, o mapeamento permitiu controle de dados produtivos como níveis de estoque, tempos de processamento, *takt time*, identificação de gargalos, entre outros que auxiliam a empresa em tomada de decisões gerenciais. De forma geral, a ferramenta para mapeamento de processos alinhada aos conceitos de *Lean Manufacturing* mostrou-se aplicável e benéfico, mesmo com algumas barreiras encontradas no estudo.

Palavras-chave: Mapeamento de Processos. Produção Enxuta. *Shingo-Style*. Empresa de Pequeno Porte.

ABSTRACT

MENDES, R.B.; SCHIFFER, C.H. **Process mapping of a small manufacturing enterprise for the diagnosis of the implementation of Lean production concepts**. 2018. 104 p. Work of Conclusion Course (Graduation in Production Engineering - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2018.

This work is a case study in a small company located in the state of Paraná that operates in the field of plastic pots for seedlings and plants. The study was based on a process mapping whose purpose was to diagnose the company's production line based on Lean Manufacturing concepts. The goal was to analyze the benefits and difficulties of applying a Lean tool in a small business (SME). The process mapping method used in this study was the Shingo-Style, which presents an interactive and simplified format for the identification of productive waste. Although this study presented limitations in the application of Lean by the conjuncture of the company business of this case study, the method was effective in the identification of possible improvements, thus being elaborated a future state map as a goal. In addition, the mapping allowed the control of productive data such as inventory levels, processing times, takt time, bottleneck identification, among others that help the company in making managerial decisions. In general, the process mapping tool aligned with the concepts of Lean Manufacturing was applicable and beneficial, even with some of the barriers found in the study.

Keywords: Process Mapping. Lean Manufacturing. Shingo-Style Process Map. Small Medium Enterprise (SME's).

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Diagrama de SIPOC..... | 18 |
| Figura 2 – Simbologia etapas de processamento..... | 19 |
| Figura 3 – Estrutura mapa <i>Shingo-Style</i> | 22 |
| Figura 4 – Exemplo Ilustrativo Mapa <i>Shingo-Style</i> | 26 |
| Figura 5 – Etapas principais do mapeamento do fluxo de valor..... | 30 |
| Figura 6 – Visão Mapa do Estado Atual..... | 31 |
| Figura 7 – Produto vaso para mudas 30L empresa RDK..... | 50 |
| Figura 8 – Layout da fábrica..... | 52 |
| Figura 9 – Diagrama de SIPOC estudo de caso..... | 54 |
| Figura 10 – Mapa Estado Atual (Linha de produção de vasos)..... | 61 |
| Figura 11 – Mapa Atual apontamento de desperdícios..... | 65 |
| Figura 12 – Mapa Atual em dois estágios..... | 71 |
| Figura 13 – Mapa Estado Futuro..... | 73 |
| Figura 14 – Mapa do Estado Futuro indicando o gargalo na produção de material..... | 75 |
| Figura 15 – Mapa melhoria no gargalo na produção de material..... | 76 |
| Figura 16 – Novo mapa do Estado Futuro..... | 78 |
| Figura 17 – Procedimento de identificação da etapa de processamento mais lenta..... | 92 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 – Simbologia <i>Shingo-Style</i> | 20 |
| Quadro 2 – Simbologia Fluxo de Materiais..... | 28 |
| Quadro 3 – Simbologia Fluxo de Informações..... | 29 |
| Quadro 4 – Simbologia Outros (Mapa de Fluxo de Valor)..... | 29 |
| Quadro 5 – Auto-avaliação do Lean..... | 36 |
| Quadro 6 – Autor/Abordagem/Comentários..... | 43 |
| Quadro 7 – Comparativo Literatura e Estudo de Caso..... | 80 |
| Quadro 8 – Comparativo das métricas dos métodos <i>Shingo-Style</i> e MFV..... | 101 |
| Quadro 9 – Comparativo dos procedimentos de diagnóstico dos métodos <i>Shingo-Style</i> e MFV..... | 102 |

LISTA DE FOTOGRAFIAS

| | |
|--|----|
| Fotografia 1 – Área externa barracão..... | 55 |
| Fotografia 2 – Estoque material triturado..... | 56 |
| Fotografia 3 – Processo de pigmentação..... | 57 |
| Fotografia 4 – Extrusora..... | 58 |
| Fotografia 5 – Granulador..... | 58 |
| Fotografia 6 – Sopradora 2..... | 59 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Capacidade produtiva estado atual..... | 63 |
| Tabela 2 – Capacidade Produtiva Máquina x Tipo de Vaso..... | 68 |
| Tabela 3 – Mix de capacidade máxima de produção no turno diurno..... | 69 |
| Tabela 4 – Mix de capacidade máxima de produção no turno noite..... | 69 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 PROBLEMA | 12 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA | 12 |
| 1.3 OBJETIVO GERAL | 13 |
| 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 13 |
| 1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA..... | 14 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 2.1 MAPEAMENTO DE PROCESSOS | 15 |
| 2.2 MÉTODO SHINGO-STYLE | 16 |
| 2.2.1 Diagrama de SIPOC..... | 18 |
| 2.2.2 Etapas de Processamento | 18 |
| 2.2.3 Etapas de Operações..... | 19 |
| 2.2.4 Simbologias Shingo-Style..... | 20 |
| 2.2.5 Dados dos Processos..... | 20 |
| 2.2.6 Estrutura do Mapa <i>Shingo-Style</i> | 21 |
| 2.2.7 Etapas de Desenvolvimento do Mapa <i>Shingo-Style</i> | 22 |
| 2.3 MÉTODO MAPA DE FLUXO DE VALOR..... | 26 |
| 2.3.1 Simbologias Mapa de Fluxo de Valor | 28 |
| 2.3.2 Desenvolvimento do Mapa De Fluxo de Valor..... | 30 |
| 2.4 LEAN APLICADO EM EMPRESAS DE PEQUENO PORTE..... | 31 |
| 2.4.1 Papel das Empresas de Pequeno Porte..... | 32 |
| 2.4.2 Aplicação..... | 32 |
| 2.4.3 Avaliação da Implementação do Lean em Empresas de Pequeno Porte..... | 36 |
| 2.4.4 Dificuldades..... | 37 |
| 2.4.5 Fatores que Influenciam o Lean..... | 39 |
| 2.4.6 Métodos..... | 41 |
| 2.4.7 Quadro Autor / Abordagem / Comentários | 43 |
| 3 METODOLOGIA | 47 |
| 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA | 47 |
| 3.2 ABORDAGEM DO MÉTODO | 47 |
| 3.3 COLETA DE DADOS | 47 |
| 3.4 CONSTRUÇÃO DO MAPA ATUAL..... | 49 |
| 3.5 ANÁLISE DE DADOS E DIAGNÓSTICO | 49 |

| | |
|---|------------|
| 3.6 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA..... | 49 |
| 4 DESENVOLVIMENTO | 51 |
| 4.1 ENTENDIMENTO INICIAL DOS PROCESSOS..... | 51 |
| 4.2 ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO | 53 |
| 4.3 MAPA SHINGO-STYLE..... | 53 |
| 4.3.1 Diagrama de SIPOC..... | 54 |
| 4.3.2 Mapa <i>Shingo-Style</i> Estado Atual..... | 59 |
| 4.3.3 Diagnóstico Mapa <i>Shingo-Style</i> | 63 |
| 4.3.4 Análise do Estoque (Pulmão) | 67 |
| 4.3.5 Proposta de Melhoria (Mapa Futuro)..... | 72 |
| 4.3.6 Análise comparativa entre a literatura e o estudo de caso | 79 |
| 5 CONCLUSÕES | 82 |
| REFERÊNCIAS | 85 |
| APÊNDICE A | 91 |
| APÊNDICE B | 95 |
| APÊNDICE C | 100 |

1 INTRODUÇÃO

A adoção de princípios de manufatura enxuta é reconhecida pela contribuição na melhoria na eficiência operacional e competitividade das empresas (KIRAN, 2017). A produção enxuta ou *Lean Manufacturing* é originária na indústria japonesa, mais especificamente na conhecida *Toyota Motors Company*, a qual adotou na prática conceitos de eliminação de desperdícios. O sistema adotado pela Toyota ficou conhecido como o Sistema Toyota de Produção (STP) (OHNO, 1997). Desde então, conceitos de *Lean Manufacturing* vem sendo empregados com resultados significativos, principalmente, nas grandes empresas.

Evidências de técnicas enxutas podem ser vistas na aplicação de fluxo contínuo, produção puxada, criação de valor para o cliente, uso de *kanbans*, mapeamento do processo produtivo, técnicas de eliminação de desperdícios, nivelamento da produção, etc. Em vários casos, a prática enxuta leva ao aumento da competitividade por meio da otimização da capacidade produtiva da empresa, elevando seu grau de eficiência operacional.

A aplicação de práticas enxutas deve-se não somente a aplicação das ferramentas, mas sim pelo conceito enxuto por trás dessas ferramentas, e isso implica a mudança de comportamento dos funcionários, pois exige o comprometimento de todos. Como as empresas de grande porte apresentam uma estrutura, organização, conhecimento, meios e métodos para aplicação de práticas enxutas, a disseminação desses conceitos enxutos é mais eficiente (SAURIN; RIBEIRO; MARODIN, 2010).

Por outro lado, empresas de pequeno porte apresentam algumas dificuldades e barreiras na implementação dos conceitos e das ferramentas do *Lean Manufacturing*, o que leva os mesmos a não serem tão presentes nesses tipos de organizações. Uma das principais razões é a falta de conhecimento das ferramentas por parte dos gestores. O fato de as pessoas envolvidas nas empresas de pequeno porte não conhecerem a filosofia *Lean* e seus princípios é uma das principais barreiras para implementar as ferramentas. Também há algumas questões como falta de envolvimento das pessoas (LODGAARD et. al., 2016).

Como o foco da produção enxuta é a eliminação de desperdícios, o primeiro passo na aplicação de práticas enxutas seria na identificação desses desperdícios na linha produtiva, e isso requer um gerenciamento do fluxo de valor dos processos. O mapeamento de processos é uma forma inicial de gerenciamento do fluxo de valor. O

mapa de processos é uma ferramenta de diagnóstico para identificação de desperdícios da produção. Dessa forma, esse trabalho consiste na aplicação de um método de mapeamento de processos, o método *Shingo-Style*, com objetivo de analisar a situação do estado atual dos processos de uma empresa de pequeno porte, e assim projetar um estado futuro de melhorias e propor soluções utilizando conceitos de produção enxuta.

1.1 PROBLEMA

Quais são os potenciais benefícios e dificuldades do uso do mapeamento de processos para o diagnóstico de implementação do conceito de produção enxuta em uma empresa de manufatura de pequeno porte?

1.2 JUSTIFICATIVA

A participação ativa dos pesquisadores em uma situação problemática a ser investigada, é um meio de colocar em prática conhecimentos teóricos adquiridos. A otimização de processos produtivos em um ambiente de manufatura permite o desenvolvimento e enriquecimento de um pensamento analítico dos fatores que influenciam a produção industrial.

As empresas buscam a otimização dos recursos industriais disponíveis para o aumento da produtividade e redução de custos. O pensamento enxuto tem o propósito de transformar desperdícios em valores. Qualquer atividade dentro da empresa sem o propósito de criar valor ao produto, nos olhos do cliente, é considerado desperdício. Desperdícios levam a custos, sendo assim, “enxugar” a produção é exatamente atacar essas atividades caracterizadas como desperdícios, utilizar menos recursos, esforços e investimentos para alcançar um maior retorno financeiro (CARREIRA, 2005).

O mapeamento de processos é um método que parte de conceitos de produção enxuta, a qual busca melhorias na eficiência operacional da organização, fator essencial de vantagem competitiva no mercado. A ferramenta fornece um meio exploratório para diagnosticar problemas produtivos, assim avalia-se meios de intervenção para sanar problemas previamente identificados. Esse trabalho aplica um

método de mapeamento de processos produtivos, *Shingo-Style*, em uma empresa de pequeno porte.

Empresas de pequeno porte geralmente fornecem maiores oportunidades de melhorias, há um abrangente campo exploratório. Diferentemente das empresas de grande porte que geralmente apresentam um monitoramento mais eficiente dos seus processos produtivos e evidências de produção enxuta já implementados (ANTOSZ E STADNICKA, 2017).

Esta pesquisa fornece alguns benefícios, tais como, a integração de conceitos de Engenharia de Produção e problemas encontrados nos processos produtivos da indústria. Além disso, mostra-se relevante na demonstração da aplicabilidade de conceitos enxutos evidenciados pela literatura em uma empresa de menor porte na conjuntura apresentada.

1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar os benefícios e dificuldades da aplicação de uma ferramenta alinhada aos conceitos de produção enxuta em uma empresa de pequeno porte.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o diagnóstico do processo produtivo por meio de um método de mapeamento de processo.
- Identificar desperdícios e potenciais melhorias no processo produtivo da empresa em estudo.
- Criar um mapa de estado futuro com objetivo de otimização da capacidade produtiva da empresa.
- Propor um plano de melhorias a fim de atingir o estado futuro com ações alinhadas aos conceitos de produção enxuta.
- Avaliar benefícios e dificuldades da aplicação de conceitos enxutos na empresa de pequeno porte.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Esse trabalho delimita-se, na aplicação de um método, o método *Shingo-Style*, para mapear os processos da linha de produção da empresa RDK, a qual produz vaso para mudas e plantas, e autorizou o estudo a ser realizado.

A empresa em estudo é uma empresa de pequeno porte localizada na cidade de Ponta Grossa. Propostas de melhorias foram desenvolvidas a partir da situação analisada e problemas no setor produtivo da empresa. O enfoque do trabalho é na identificação e eliminação de desperdícios de produção por meio de conceitos de produção enxuta. O trabalho foi realizado no primeiro semestre do ano de 2018, seguindo a aplicação da metodologia proposta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção contém o referencial teórico dos principais temas relacionados ao trabalho de pesquisa em questão. São descritos conceitos relacionados ao mapeamento de processos e, em específico, apresenta-se o método de mapeamento de processos que será usado nesse trabalho, o método *Shingo-Style* proposto no livro *Creating and using a Shingo-Style Process Map* (GAA, 2015) e também apresenta referência a outro método mais evidenciado na literatura que pode ser utilizado em outras situações: o Mapa de Fluxo de Valor proposto no livro *Aprendendo a Enxergar* (ROTHER; SHOOK, 2003). Após isso, apresenta-se a descrição da abordagem conceitual da análise e diagnóstico dos processos produtivos. Por último, apresenta-se uma revisão da aplicação de *lean* em empresas de pequeno porte.

2.1 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

O mapeamento de processos é uma ferramenta de auxílio visual, que permite demonstrar o estado atual dos processos e como as entradas, saídas e atividades estão relacionadas. O mapeamento de processos permite identificar, documentar, analisar e desenvolver melhorias nos processos (ANJARD, 1998).

Segundo Anjard (1998), processos são um conjunto de atividades, passos, eventos, operações que tomam uma entrada (material, recursos, dados), agregam valor a isso, e transforma-a em uma saída (produto, serviço ou informação) para o consumidor, que recebe esse produto.

Por ser uma fotografia do trabalho dos processos originais, o mapa do estado atual é usado para identificar oportunidades de melhorias, o resultado é representado pelo mapa do estado futuro, o qual é aplicado para modificar beneficemente os processos originais (KLOTZ et al., 2008).

É importante entender que o mapa de processos desenvolvido prioriza a implementação de melhorias. Os benefícios gerados pela implementação de um mapa de processos podem levar anos, porém as demonstrações dos benefícios podem motivar a organização a continuar com melhorias etapa pós etapa. Dessa forma, o mapeamento de processos fornece uma transparência dos processos, ou seja, todos podem ver e compreender aspectos necessários no parâmetro atual das operações.

Além disso, a transparência está alinhada aos conceitos de *Lean*, os quais reconhecem a transparência como artifício de converter a liderança de cima para baixo para a liderança de baixo para cima (KLOTZ et al., 2008).

O mapeamento de processos é uma ferramenta de gestão utilizada para detalhar os processos de negócio. O nível varia de uma visão macro até para aspectos mais detalhados de uma visão micro. Geralmente, seguem três etapas principais: (1) Identificação dos processos de produtos ou serviços e sua relação; (2) Coleta de Dados e Preparação; (3) Transformação dos dados em uma representação visual a fim de identificar desperdícios, gargalos, atrasos, etc (SOLIMAN, 1998).

Segundo Oliveira et al. (2010) existem diversos métodos de mapeamento de processos com diferentes focos, sendo eles: fluxograma de processos, mapofluxograma, *Integrated Computer Aided Manufacturing Definition*, *Service Blueprint*, BPMN, etc. Esses métodos apresentam um enfoque maior para processos de serviços e processos *back office*.

Dentre as diversas abordagens de métodos de mapeamento de processos propostas pela literatura, Lasa et al. (2009) citou o Mapa de Fluxo de Valor ou *Value Stream Mapping* (VSM) como um método prático, eficiente e flexível de criação em um ambiente de produção. Rother e Shook (1998) afirmam que o Mapa de Fluxo de Valor é uma ferramenta de melhoria que atende os requisitos de um sistema de produção.

Seguindo nesse contexto, esse trabalho descreve dois métodos de mapeamento de processos com enfoque na avaliação de processos produtivos. Os métodos *Shingo-Style* e Mapa de Fluxo de Valor estão alinhados aos conceitos de Produção Enxuta como a eliminação de desperdícios de produção, balanceamento dos processos, fluxo contínuo, produção puxada, etc. O método mais evidenciado pela literatura é o Mapa de Fluxo de Valor de Rother e Shook. No entanto, o método utilizado no estudo realizado na empresa foi o *Shingo-Style*, pois apresenta um formato interativo com uso de cores e uma forma mais simplificada de identificação de desperdícios. Para fins didáticos de comparação da metodologia de aplicação o método Mapa de Fluxo de valor o mais tradicional formato de mapeamentos de processos também será descrito.

2.2 MÉTODO SHINGO-STYLE

Neste tópico, será apresentado o método usado no estudo, o *Shingo-Style*, sendo dividido em alguns tópicos como o Diagrama de SIPOC, as etapas de processamento, as etapas de operações, as simbologias, os dados dos processos, a estrutura do mapa e as etapas de desenvolvimento.

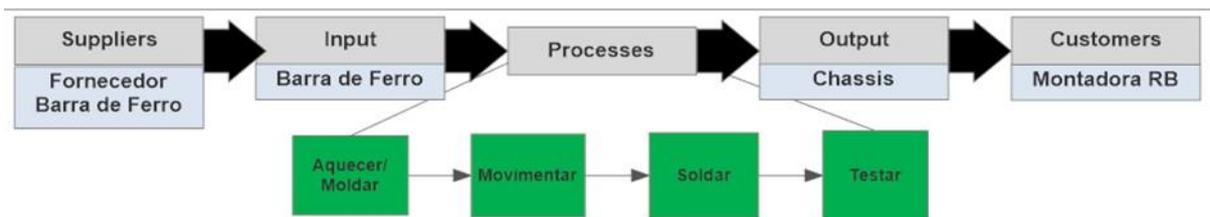
O método de mapeamento de processos no formato *Shingo-Style* é proposto por Peter Gaa (2015) no livro *Creating and Using a Shingo-Style Process Map*. O mapeamento de processos *Shingo-Style* é uma valiosa ferramenta de melhoria de processos, seu formato fornece uma abordagem interativa na identificação de desperdícios e pontos de melhoria nos processos. Peter Gaa (2015) cita alguns benefícios desse método:

- O *Shingo-Style* pode ser aplicado em diferentes tipos de processos, não somente em processos de fabricação de produtos, o método abrange processos de serviços como hospitais, restaurantes, lojas, etc. Além disso, pode ser aplicado em processos *back office*.
- Não exige uma complexidade de dados para ser aplicado.
- Mostra de forma eficiente a movimentação de informação, máquinas, materiais e pessoas no processo.
- Permite uma identificação mais rápida de pontos de melhoria. Além disso, é uma ferramenta de apoio na identificação das causas raízes dos problemas encontrados.
- A identificação de desperdícios e soluções de problemas estão alinhados aos conceitos do Sistema Toyota de Produção, assim como a filosofia *Lean*.
- O foco do mapeamento de processos no formato *Shingo-Style* consiste em analisar a transformação do material de entrada em sua versão final. Portanto, analisa-se como ocorre e o que ocorre nos processos desde a matéria prima (entrada) até a versão de final do material (saída). Um exemplo do fluxo de processos pode ser, a entrada de material sendo uma barra de ferro; o que acontece com esse material são as etapas de processamento na seguinte sequência: aquecer/moldar, movimentar, soldar e testar; e a saída é o produto final sendo ele chassi (GAA, 2015).

2.2.1 Diagrama de SIPOC

A base da aplicação do método *Shingo-Style* consiste na utilização da ferramenta SIPOC. O diagrama de SIPOC é uma ferramenta de auxílio na identificação de importantes informações na criação do mapa de processos. O SIPOC é basicamente um fluxograma constituído por: (S) fornecedores, (I) material de entrada, (P) etapas de processamento, (O) saída que é o produto final e (C) clientes (GAA, 2015). A Figura 1 a seguir ilustra a ferramenta SIPOC.

Figura 1 - Diagrama de SIPOC



Fonte: Autoria Própria (2017)

O diagrama de SIPOC demonstra as principais etapas de processo, desde a entrada da matéria-prima, passando pela fabricação e produção, até o produto final.

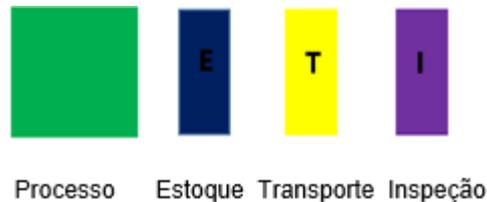
2.2.2 Etapas de Processamento

As etapas de processamento são definidas como “o que acontece” com o material de entrada no processo. As etapas de processamento são classificadas segundo Peter Gaa (2015) em quatro categorias, são elas:

- Conversão ou Processamento: essas são as atividades que alteram o formato do produto, tornam ele mais completo.
- Inspeção: revisão, análise, teste, verificação, examinar, aprovar.
- Transporte: movimentação do material entre os processos.
- Estocagem: toda atividade relacionada a estocar, alocar, empacotar, depositar, guardar.

A simbologia utilizada nas etapas de processamento, assim como as cores que categorizam cada uma delas é demonstrado na Figura 2:

Figura 2 - Simbologia Etapas de Processamento



Fonte: Adaptado de Peter Gaa (2015)

A primeira categoria de conversão ou processamento geralmente são as atividades que agregam valor ao produto. Enquanto as três últimas categorias Inspeção, Transporte e Estocagem são caracterizadas como desperdícios. Essa distinção é fundamental na aplicação de melhorias (GAA, 2015).

2.2.3 Etapas de Operações

As etapas de operações são caracterizadas como atividades de “como” ocorre cada etapa de processamento. Portanto, são uma subdivisão das etapas de processamento. Peter Gaa (2015) divide as etapas de operações em quatro categorias a fim de identificar e distinguir atividades que agregam valor das atividades que se caracterizam como desperdício. São elas:

- **Principal:** atividades em cada etapa de processamento que devem ocorrer para transformar as entradas de materiais em saídas.
- **Setup:** esforço requisitado para à adequação da estação de trabalho para o início das atividades, as principais delas são preparação das máquinas e matéria-prima, ligar computadores, entre outras que geralmente são feitas na troca de turno, entre lotes ou na troca de tipo de produto que será fabricado.
- **Margem:** são atividades que não agregam valor ao produto, mas são necessárias para se realizar a etapa de processamento
- **Pessoal:** essa categoria é caracterizada por períodos fora da ação de

trabalho, onde os funcionários tiram um tempo para descanso, necessidades fisiológicas, comer, beber e também inclui distrações.

As atividades de categoria Principal são aquelas que agregam valor, enquanto as demais não agregam valor, porém podem ser necessárias dependendo do processo.

2.2.4 Simbologias Shingo-Style

O formato de mapeamento *Shingo-Style* proposta por Peter Gaa (2005), segue algumas simbologias de convenções que fornecem informações visuais que facilitam a distinção de agregação de valor e desperdícios nos processos. O Quadro 1 apresenta as simbologias *Shingo-Style* e suas definições.

Quadro 1 – Simbologia *Shingo-Style*

| Tipo | Símbolo | Definição |
|---------------------------|---|--|
| <i>Handoff</i> |  | Indica pontos de repasse de material de um operador para outro, isso pode ocasionar um atraso no processamento, pois talvez o operador que irá receber o trabalho não esteja pronto. |
| Agregação de valor |  | Indicado no trabalho que agrega valor ao produto e o cliente está disposto a pagar. |
| Desperdício |  | Indica pontos de desperdícios encontrados. |

Fonte: Autoria própria (2017); Simbologia proposta por Peter Gaa (2015).

2.2.5 Dados dos Processos

Segue as definições de algumas métricas tomadas pelo mapeamento de processos *Shingo-Style* segundo Peter Gaa (2015):

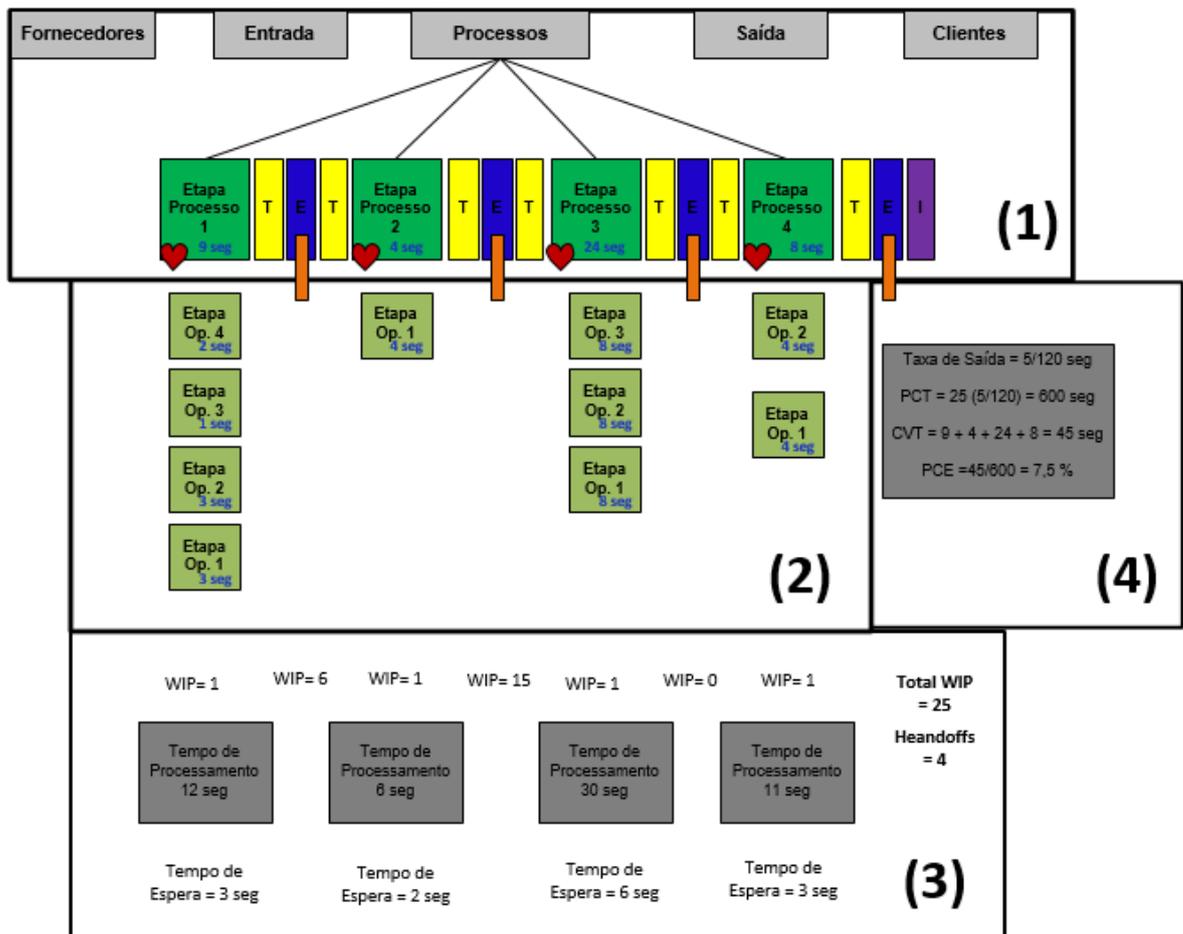
- **Tempo de Processo:** o tempo de processo é definido como o tempo total de conclusão daquela etapa de processamento, tempo total de todas as

operações de cada etapa.

- Tempo de Espera: o tempo de espera é caracterizado como desperdício, é calculado a partir da diferença do tempo de processo menos o tempo total de operações categorizadas como principais. O tempo de espera indica etapas de processo com maiores desperdícios de tempo.
- Trabalho em Processo (WIP): definido como a média da quantidade de produtos sendo processados dentro do sistema, ele representa uma espera de produtos acabados dentro dos processos.

2.2.6 Estrutura do Mapa *Shingo-Style*

A estrutura do mapa no formato *Shingo-Style* é composta por 4 áreas: (1) Etapas de processamento, (2) Etapas de operações, (3) Dados dos Processos e (4) Métricas Calculadas (GAA, 2015). A Figura 3 exemplifica a estrutura do mapa *Shingo-Style*, assim como indica as respectivas áreas da sua estrutura.

Figura 3- Estrutura Mapa *Shingo-Style*

Fonte: Adaptado de Peter Gaa (2015)

- Área 1 - Fluxo de processos principais: localizado no topo do mapa, indica as etapas do processo que são definidas pela ferramenta SIPOC.
- Área 2 - Etapas de operações: indicação das operações classificadas como principais logo abaixo de cada etapa de processo. O restante das operações como Margem, Setup e Pessoal apenas são incluídas se são significativas, mais diretamente se atingirem mais de cerca de 25% do total das etapas de processo.
- Área 3 e 4 – Dados do processo: essas duas áreas são destinadas aos dados coletados de cada processo e métricas importantes do sistema.

2.2.7 Etapas de Desenvolvimento do Mapa *Shingo-Style*

Peter Gaa (2015) divide o desenvolvimento do mapa do estado atual do processo analisado em três etapas: (1) Preparação, (2) Construção do Mapa e (3) Coleta de Dados.

Etapa 1 – preparação

- Primeiro passo: é fundamental que se defina o objetivo do mapeamento, principais propostas a serem escolhidas: padronizar os processos ou realizar melhorias no processo (GAA, 2015). Além disso, Gaa (2015), ressalta que é necessário definir as pessoas que irão participar, sugere pessoas experientes que trabalham diretamente nos processos.
- O segundo passo consiste da utilização da ferramenta SIPOC. Definição do material de entrada e quem os fornecem, etapas de processamento, produto final e clientes.

Etapa 2 – construção do mapa

Esse estágio consiste na construção do mapa, identificação de algumas convenções e indicação de simbologias propostas por Peter Gaa (2015).

- Divide-se às atividades em que diz respeito as etapas de processamento do material em quatro categorias e identificá-las por cores no SIPOC criado. Transporte (amarelo), Estocagem (azul), Inspeção (roxo), Conversão ou Processamento (verde). Dessa forma facilita visualizar a distinção das categorias no mapa.
- Determinar e classificar as etapas de operações, e abaixo de cada etapa de processamento descrever as etapas de operações: Principal, Setup, Margem e Pessoal. Os fluxos das etapas de operações são feitos de baixo para cima (seguindo a sequência) logo abaixo de cada etapa de processamento.
- Identificar e indicar os *handsoffs* e atividades que agregam valor ao cliente. Apontar no mapa, de acordo com a simbologia *Shingo-Style*, ao SIPOC as etapas de processamento de Estoque, Transporte e Inspeção na sequência que ocorrem. Por último, caminhar pelos processos

identificando onde os *handoffs* ocorrem, adicionar a simbologia (barra laranja) em cada ponto de *handoff*. Além disso, adicionar a simbologia (coração rosa) aos processos que agregam valor ao cliente.

Etapa 3 – coleta de dados

Nessa etapa, a fim de identificar potenciais problemas no fluxo de processos, dados são coletados e indicados no mapa. Além disso, algumas métricas são calculadas para futuras tomadas de decisões de melhorias.

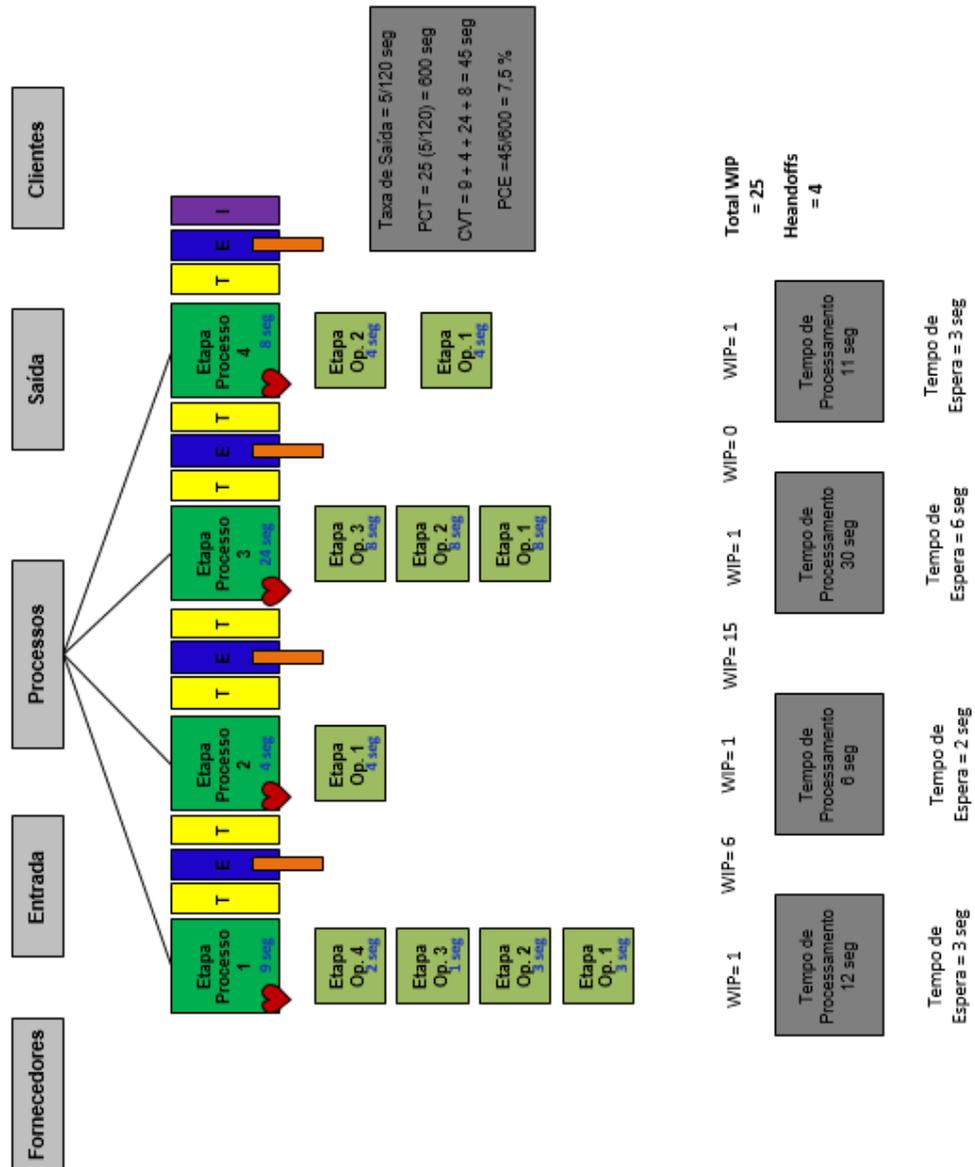
- O primeiro passo é determinar o tempo de processo de cada etapa de processamento, conforme mencionado na seção 2.2.5.
- Tempo de operação: obter o tempo de cada etapa de operação classificadas como principal, de cada etapa de processamento. O tempo das operações de categoria principal são geralmente condizentes aos tempos que agregam valor ao produto.
- Tempo total das etapas de operação principal: o tempo total é definido pela soma das operações de categoria principal de cada etapa de processamento.
- Tempo de espera: o tempo de espera é caracterizado como desperdício, ele é calculado a partir da diferença do tempo de processo menos o tempo total de operações categorizadas como principais. O tempo de espera indica etapas de processo com maiores desperdícios de tempo.
- Taxa de Saída: a taxa de saída é definida como o número de produtos acabados saem do sistema em um determinado tempo, é a real capacidade do processo atual. O cálculo consiste na divisão da quantidade de saída de produtos acabados por um tempo decorrido em segundos.
- Tempo de ciclo de todo o processo (*lead time*): tempo total decorrido desde a entrada da ordem do cliente no sistema até a saída da expedição para mão do cliente em questão. Ou seja, é tempo em que o cliente espera até receber o produto.
- Trabalho em Processo (WIP): definido como a média da quantidade de produtos sendo processados dentro do sistema, ele representa uma espera de produtos dentro dos processos. Trabalho em processo pode ser

calculado pela multiplicação da taxa de saída e o *lead time*.

- Tempo de valor agregado (CVT): o tempo de valor agregado é definido como tempo de trabalho em que o cliente está disposto a pagar, é a soma de todos os tempos de operações de categoria principal do sistema.
- Eficiência do ciclo do processo (PCE): indica a porcentagem de trabalho em que o consumidor pagará, mostra a saúde dos processos do sistema. Pode ser calculado pela divisão do tempo de valor agregado pelo tempo de ciclo do processo (*lead time*).

Após a terceira etapa concluída, desenvolve-se o mapa do estado atual no formato *Shingo-Style* como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Exemplo Ilustrativo Mapa *Shingo-Style*



Fonte: Adaptado de Peter Gaa (2015).

Para fins didáticos as etapas de diagnóstico do mapeamento *Shingo-Style* encontra-se no APÊNDICE A.

2.3 MÉTODO MAPA DE FLUXO DE VALOR

O Mapa de Fluxo de Valor ou também conhecido como *Value Stream Mapping* é um método bastante utilizado para mapeamento de processos de uma linha produtiva. Esse método parte dos conceitos de fluxo de valor. Fluxo de valor é definido como o conjunto de atividades que levam a um produto específico. O fluxo de valor

aborda as atividades desde a chegada de insumos na empresa, a transformação desses insumos através dos processos no produto final e a entrega desse produto para o consumidor (WOMACK; JONES, 1996).

O fluxo de valor possui um conceito muito claro, o qual auxilia na visualização detalhada de todo o ciclo, desde a entrada até a saída do produto ou serviço, ou desde o pagamento do cliente até o produto entregue e recebido pelo cliente. Portanto, não é perceptível uma melhora se não houver uma análise completa do ciclo, de todo o processo, e de todas as atividades. Esse conceito é chave para que o mapa de fluxo de valor seja bem-sucedido nas organizações (CARREIRA, 2005).

Carreira (2005) classifica as atividades que estão ligadas ao fluxo de valor em três categorias: valor agregado, valor não agregado e valor não agregado necessário.

- Valor agregado, é definido como atividades que fazem o produto mais completo. Ou seja, atividades que estão ligadas a transformação do produto no que diz respeito aos requisitos dos clientes, portanto perceptível em relação a qualidade desejada. Ainda segundo Carreira (2005), a realização dessas atividades tem um retorno financeiro, pois os clientes pagam por aquilo.
- Valor não agregado, são atividades que não agregam valor aos olhos do consumidor, atividades que não fazem um produto mais completo.
- Atividade de valor não agregado necessárias, são atividades que não alteram o formato do produto final, que pela definição se classificam em atividades que não agregam valor, mas são fundamentais.

O mapeamento, além de identificar as fontes de desperdício e buscar sua eliminação por meio dos conceitos de fluxo de valor, também tem como meta a articulação de um fluxo contínuo e de produção puxada, fazendo com que se produza somente o que os clientes necessitam e quando necessitarem, que é basicamente o conceito de produção puxada (ROTHER; SHOOK, 2003).

Para Carreira (2005), o objetivo do mapa de fluxo de valor é definir as operações atuais da empresa, analisar os desperdícios e perdas, e traçar um futuro a ser alcançado que apresente melhorias e para que isso aconteça, deve-se elaborar um plano de execução para atingir os objetivos.

No fluxo de produção, há dois fluxos que devem ser abordados, fluxo de materiais que basicamente é a movimentação de materiais dentro da fábrica e o fluxo de informação que consiste na comunicação entre os processos em relação as informações cruciais de apoio a produção (ROTHER; SHOOK, 2003).

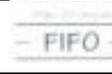
O mapa de fluxo de valor é uma ferramenta que correlaciona fluxos de materiais com fluxo de informações. Por exemplo, melhor visualização do processo, identificação de desperdícios, técnicas enxutas, relação entre fluxo de informação e fluxo de material, detalhamento da unidade de produção com valor, *lead time*, distância percorrida, quantidade de estoque, etc (ROTHER; SHOOK, 2003).

2.3.1 Simbologias Mapa de Fluxo de Valor

As principais simbologias usadas no método Mapa de Fluxo de Valor são separadas em três categorias: Fluxo de Materiais, Fluxo de Informações e outros:

O Quadro 2 mostra a simbologia usada no Mapa de Fluxo de Valor para o deslocamento de material:

Quadro 2 – Simbologia Fluxo de Materiais

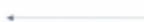
| | |
|---|---|
|  | Caixa de processo |
|  | Fornecedor |
|  | Caixa de Dados |
|  | Triângulos de estoques |
|  | Caminhão de Transporte (entregas) |
|  | Seta de produção empurrada |
|  | Seta envio de produtos acabados ao cliente ou recebimento de material do fornecedor |
|  | Fluxo sequencial FIFO |

| | |
|---|---------------|
|  | Supermercados |
|  | Retirada |

Fonte: Rother e Shook (2003).

O Quadro 3 mostra a simbologia utilizada no fluxo de informações:

Quadro 3 – Simbologia Fluxo de Informações

| | |
|--|-----------------------------------|
|  | Fluxo de Informação Manual |
|  | Fluxo de Informação Eletrônica |
|  | Controle da Produção |
|  | Caixa de Nivelamento |
|  | <i>Kanban</i> de Retirada |
|  | <i>Kanban</i> de Produção |
|  | <i>Kanban</i> de Sinalização |
| <i>Kanban</i>  | Chegada de Lotes de <i>Kanban</i> |
|  | Posto de <i>Kanban</i> |

Fonte: Rother e Shook (2003).

Outros:

Quadro 4 – Simbologia Outros (Mapa de Fluxo de Valor)

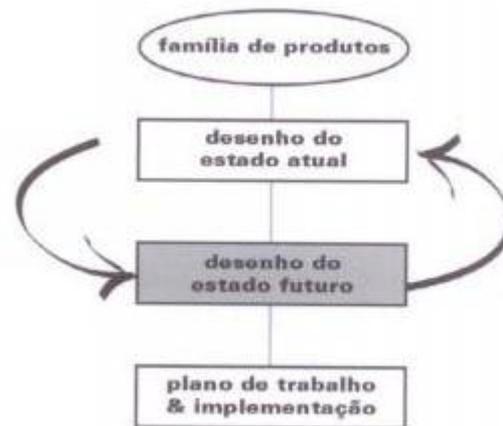
| | |
|---|----------------------|
|  | Necessidade de troca |
|  | Supermercado |
|  | Número de Operários |

Fonte: Rother e Shook (2003).

2.3.2 Desenvolvimento do Mapa De Fluxo de Valor

Segundo Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor segue quatro principais etapas (Figura 5): família de produtos, desenho do estado atual, desenho do estado futuro e plano de trabalho e implementação.

Figura 5 - Etapas principais do mapeamento do fluxo de valor

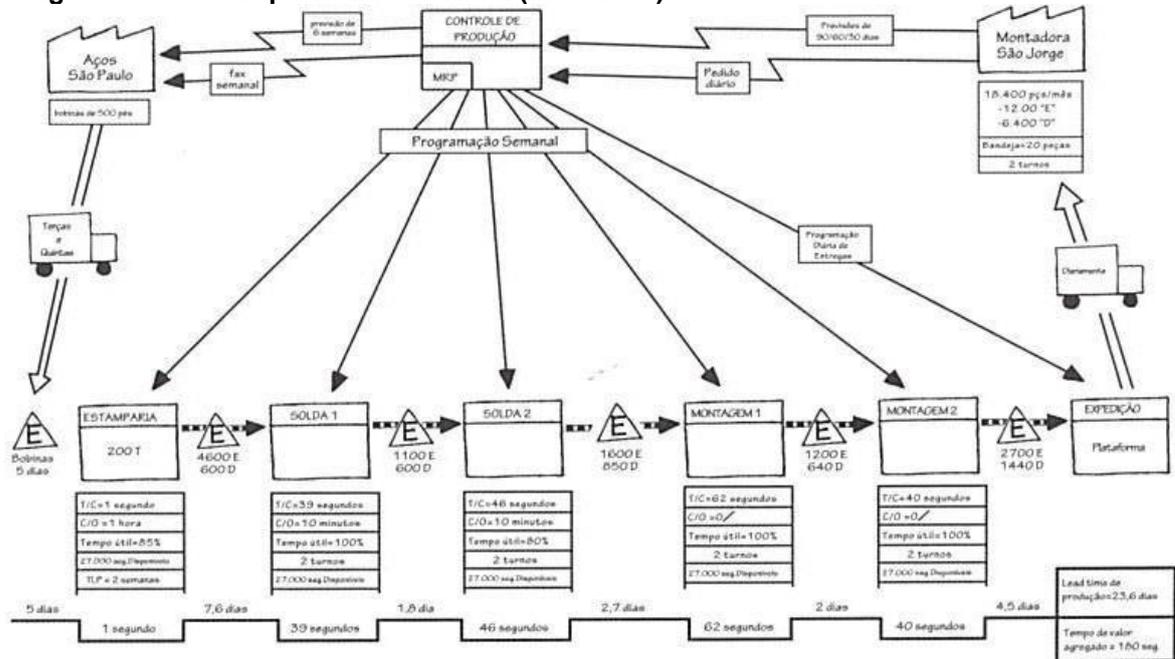


Fonte: Rother e Shook (2003).

- Família de produtos: o primeiro passo no mapeamento do fluxo de valor é identificar uma família de produtos que se deseja mapear. Uma família de produtos é determinada por produtos os quais apresentam processos semelhantes e que utilizam de mesmas máquinas e equipamentos.
- Desenho do Estado Atual: o desenho do estado atual é o reflexo da atual situação que se encontra a empresa e é feito a partir de uma coleta de dados no chão de fábrica.
- Desenho do Estado Futuro: o estado futuro consiste na melhoria no nível de fluxo de valor. O estado futuro é realizado a partir de um diagnóstico do desenho do estado atual que fornece informações de possíveis problemas que podem ser modificados.
- Plano de Trabalho e Implementação: um plano de melhoria e implementação consiste na descrição do que deve ser feito para chegar ao estado futuro.

Visão do Mapa Atual pelo método de Mapa de Fluxo de Valor (Figura 6):

Figura 6 - Visão Mapa do Estado Atual (Ilustrativo)



Fonte: Rother e Shook (2003).

O mapa do fluxo de valor apresenta a programação semanal da fábrica, desde o recebimento da demanda, o tempo que leva para transporte, englobando os processos necessários para a produção, demonstrando o balanço do estoque e por fim, mostra uma visualização de um todo das etapas do planejamento e controle da produção. As etapas para o diagnóstico do método de Mapa de Fluxo de Valor podem ser encontradas no APÊNDICE B.

Para fins didáticos uma análise comparativa entre os métodos *Shingo-Style* e Mapa de Fluxo de Valor pode ser encontrado no APÊNDICE C.

2.4 LEAN APLICADO EM EMPRESAS DE PEQUENO PORTE

O estudo a seguir apresentará o que envolve o *Lean* dentro das pequenas empresas, incluindo as dificuldades e barreiras, os fatores limitadores, os métodos, sua aplicação, etc.

2.4.1 Papel das Empresas de Pequeno Porte

Como o estudo realizado visa a aplicação em uma empresa de pequeno porte, é importante contextualizar como a produção enxuta e o *Lean Manufacturing* são trabalhados nessas empresas, sendo esse o objetivo deste item.

Hoje em dia, para as empresas é imprescindível possuir um sistema de gestão industrial que possibilite a expansão e o crescimento visando o aumento da qualidade e a melhoria contínua. Uma forma de empresas de pequeno porte buscarem esse crescimento é através de ferramentas da qualidade, como por exemplo, o *Lean Manufacturing*.

O foco deste trabalho é voltado para empresas de pequeno porte. De acordo com o SEBRAE (2013), o tamanho de uma empresa de acordo com o número de funcionários, dividindo em dois tipos de atividade (indústria/construção civil/agropecuária ou comércio e serviços) pode ser classificado no caso de indústria como:

- Empresa de porte micro ou pequena: de 0 até 99 colaboradores;
- Empresa média: de 100 até 499 colaboradores;
- Empresa grande: acima de 500 colaboradores.

No ano de 2010, as pequenas empresas significavam 99% das empresas existentes no Brasil. Sendo assim, de acordo com Afonso e Cabrita (2015), as empresas de menor porte estão desempenhando um papel chave no crescimento da economia em economias industrializadas. Segundo Fu, Guo e Zhanwen (2017), o *Lean Manufacturing* deve focar em ter como objetivo a redução de custos, especialmente em países em desenvolvimento, casos de Brasil, China, Rússia, Índia e África do Sul (BRICS). Na Europa, as pequenas e médias empresas correspondem a 99,8% do total de empresas (SEM; OZTURK; VAYVAY, 2016). No Brasil, as micro e pequenas empresas geraram 27% do PIB (Produto Interno Bruto) no ano de 2011, dando uma noção da importância delas para a economia do país. (LEONETI; NIRAZAWA; OLIVEIRA, 2016).

2.4.2 Aplicação

Pequenos empresários enfrentam aumento de requisitos em suas empresas como flexibilidade, complexidade em logística, tempo de entrega curto, entre outros. (DOMBROWSKI; EBENTREICH; KRENKEL, 2016).

Portanto, podem existir desafios na aplicação do *Lean* em empresas de pequeno porte. Isso se deve ao fato de que os métodos dessa abordagem foram elaborados para empresas de produção em massa. Sendo assim, para Moeuf et al (2016), o tamanho da empresa é um fator primordial na implementação do *Lean*. Entretanto, a filosofia *Lean* pode ser aproveitada e aplicada de acordo com seus princípios e características, em empresas menores. Por muito tempo, pensou-se que as empresas de pequeno e médio porte deveriam utilizar os mesmos princípios de administração de empresas de grande porte, em uma escala menor. Mas o tamanho das empresas não permite que a gestão seja a mesma. Sendo assim, deve-se levar em conta as características de uma pequena empresa, como por exemplo a cultura familiar. (COLETTA; ROTTA, 2015).

É necessário mudar a cultura organizacional das empresas. Por exemplo, deve-se formar um time que compreenda princípios como liderança e poder de decisão (KOTTER *apud* MOEUF et al., 2016). Além disso, as pequenas empresas devem estar sempre preocupadas com a busca do desperdício zero, verificação dos estoques, verificar paradas desnecessárias, fluxo de sua produção, qualificação da mão-de-obra, entre outras características da produção enxuta (BARDAL; MALTACA; MICHELASSE, 2010).

Conforme citado acima, o termo cultura organizacional possui várias definições na literatura. No geral, pode ser definido, basicamente, como uma combinação de práticas, valores e comportamento entre os membros de uma organização. (BORTOLOTTI; BOSCARI; DANESE, 2014).

Muitos dos princípios do *Lean* são relacionados com características de empresas de pequeno porte. Alguns princípios causam conflito, e outros princípios tornam-se uma força dessas empresas. Como por exemplo: a interação no local da empresa torna-se mais fácil devido ao seu tamanho.

Já para resolver os conflitos causados, é necessário esforço e treinamento dos colaboradores na implementação da filosofia *Lean* e seus métodos. Também deve-se dar as condições para que o ambiente propicie o surgimento de novos líderes. (MOEUF, TAMAYO, LAMOURI et.al., 2016).

Algumas das causas, de acordo com Antosz e Stadnicka (2017) da

implementação do *Lean* nas empresas de pequeno porte são:

- Melhorias nas operações da empresa
- Competitividade
- Experiências positivas de outras empresas
- Demanda do cliente

Além disso, os maiores objetivos desta implementação são:

- Eliminação de desperdícios
- Minimização da variabilidade

De acordo com Antosz e Stadnicka (2017), as pequenas empresas estão prontas para implementar a filosofia *Lean* pois querem melhorar suas operações e necessitam reduzir o desperdício. Silva et al (2008) citam o fato de as empresas de pequeno porte usarem *Lean* para alinhar melhor o fluxo de produção, gerar ações que criem valor, e que torne o processo produtivo mais eficaz e rentável para a empresa. Também é proporcionado para essas empresas de pequeno porte uma aptidão maior para reagir mais rápido as condições adversas do mercado, levando as empresas a terem maior domínio dos seus custos.

Coletta e Rotta (2015) destacam também que com a implantação do *Lean* em empresas de pequeno porte, notam-se melhorias como aumento na qualidade de vida no trabalho dos colaboradores, melhor relacionamento interpessoal e aumento do bem-estar do setor. O *Lean* vai de encontro ao pensamento do mundo organizacional contemporâneo, buscando otimizar a produção, alta qualidade, custo baixo, e integração entre a empresa, sendo o mapeamento de fluxo de valor uma das ferramentas dessa filosofia. (PONTES; FIGUEIREDO, 2016).

Além disso, as empresas de pequeno porte lutam pela sobrevivência, devido à uma maior concorrência, e pelo fato de ter esse porte, com poucos colaboradores, há bastante melhorias a serem feitas, o que possibilita a implantação da metodologia *Lean* e suas soluções. No geral, essas empresas lidam com os problemas de forma que corrigem e encontram a solução pontual para as falhas, e muitas vezes não investigam quais as causas dos problemas e dos desperdícios. Sendo assim, existe um enorme potencial a ser explorado com a aplicação do *Lean*. E apesar da limitação

financeira, a implementação do *Lean* nas empresas de pequeno porte é viável, benéfica e aplicável para qualquer tipo de indústria, independentemente do tamanho da empresa, cada uma com suas características. (SALIBA; LIMA, 2008). Matt e Rauch (2013) defendem a implementação do *Lean* em empresas de pequeno porte, pois apontam como grande vantagem o fato dessas empresas serem mais flexíveis em comparação às grandes empresas.

Urban (2015) cita que a cultura organizacional de uma empresa é o reflexo dos avanços e da evolução do *Lean* nesse processo, ou jornada, em que as empresas passam durante a implementação do *Lean Manufacturing*. Ele reforça a ideia de que o *Lean* não é um estado final a ser alcançado, mas sim uma jornada, um caminho em que a empresa precisa ir para melhorar sua produtividade. Para ele, o *Lean* deve organizar todas as operações em volta do fluxo de valor.

Independentemente do tamanho da empresa, o *Lean* desenvolve uma trajetória única em cada organização. Uma das frases de origem do sistema Toyota de Produção é: “*to do more with less*”, ou seja: “fazer mais com menos”. Esse pensamento se encaixa na implementação do *Lean* em pequenas empresas, que possuem menos recursos do que as empresas de maior porte. (AZADEH et al., 2017).

Outra aplicação em empresas de pequeno porte que envolve o *Lean*, é a utilização de produtos reciclados e práticas de reuso (YANG; HONG; MODI, 2010). A aplicação do *Lean* depende muito de uma transformação real da cultura corporativa da empresa. Além de empresas de grande, médio e pequeno porte, o *Lean* também pode ser aplicado em hospitais, administração pública e em serviços de tecnologia (KADAROVA; DEMECKO, 2015).

Omogbai e Salonitis (2016) apontam que o *Lean* pode gerar um amplo campo de opções para melhorias. Um campo é o de simulação gerando gráficos onde podem ser analisados dados como lead time, eficiência de máquinas, taxa de defeitos.

Inclusive, nesse campo de tecnologia, Brad, Murar e Brad (2016), apontam o fato de que o *Lean* pode ser aplicado como metodologia para tecnologias disruptivas. Essas tecnologias, geralmente, são inovações que podem vir a superar tecnologias dominantes no mercado. Ou seja, se encaixa em pequenas empresas, que buscam superar empresas dominantes. Apesar disso, não é comum que tecnologias disruptivas sejam bem-sucedidas.

Jewalikar e Shelke (2016) apontam como as principais vantagens:

- Melhor controle e supervisão dos processos;
- Adapta-se melhor às mudanças;
- Comunicação entre as pessoas;
- Informação chega mais rápido entre os colaboradores;

Alguns dos benefícios que o *Lean* traz para as pequenas empresas podem ser divididos em benefícios externos e internos:

Internos:

- Otimização dos recursos
- Menos burocracia
- Integração
- Melhora da performance organizacional
- Redução do desperdício
- Redução de custos
- Melhora da imagem

Externos:

- Vantagem competitiva
- Melhor relacionamento com as partes envolvidas

2.4.3 Avaliação da Implementação do Lean em Empresas de Pequeno Porte

Para avaliação do *Lean*, Urban (2015) mostra alguns instrumentos com propósitos diferentes, mas ambos para auto-avaliação do *Lean*, conforme o quadro abaixo:

Quadro 5 – Auto-avaliação do Lean

| Nome do instrumento | Propósito | Comentários |
|---|---|---|
| 1.LESAT (<i>Lean Enterprise Self-Assessment Tool</i>) | Ferramenta que dá um <i>feedback</i> de melhorias | Envolve três seções: liderança, ciclo de vida do processo e infra-estrutura |

| | | |
|--|---|---|
| 2. <i>Check-list</i> de produção do Lean | Check-list integrado para avaliar as mudanças ocorridas na produção com o <i>Lean</i> | Baseado em medidas quantitativas: eliminação de atividades que não agreguem valor, melhoria contínua, trabalho em equipe, entre outros |
| 3. Modelo de Maturidade na construção do <i>Lean</i> | Ferramenta que dá uma avaliação do estado atual da Jornada <i>Lean</i> | Engloba 11 atributos: alguns deles como liderança, foco no cliente, cultura e comportamento, competências, ambiente de trabalho, resultados do negócio, etc |
| 4. <i>Lean Manufacturing</i> : auditoria de avaliação de performance | <i>Check-list</i> para avaliação do progresso ao adotar o <i>Lean Manufacturing</i> | Consiste em respostas sim ou não, focado em campos importantes na abordagem do <i>Lean</i> |
| 5. Índice do <i>Lean</i> | Dá um feedback das operações e os esforços do <i>Lean</i> | Uma série de índices específicos. Por exemplo: medida de produtividade, energia consumida, etc |

Fonte: Autoria própria (2017); Adaptado de Urban (2015).

Com esses instrumentos, é possível avaliar como a implementação da produção enxuta está impactando na empresa.

2.4.4 Dificuldades

O ambiente em que as pequenas empresas estão inseridas no mercado é caracterizado por alta complexidade e mercados dinâmicos com muita competição (FRANK; EFTAL; ENGELBERT, 2013).

As maiores dificuldades para se aplicar o *Lean* em empresas menores são o custo para implementação e a incerteza quanto aos resultados e benefícios que serão alcançados. Matt e Rauch (2013) suportam que também é necessário lidar com o fato de pequenas empresas serem empresas familiares. Esse fato leva a uma resistência maior das pessoas envolvidas pois uma mudança em uma empresa menor questiona de certa forma a habilidade e a autoridade dessas pessoas com o impacto do *Lean*. Sem contar da desconfiança, medo do desconhecido, etc (KEYSER; SAWHNEY; MARELLA, 2016).

Jewalikar e Shelke (2016) apontam que as principais dificuldades são os recursos financeiros e os recursos humanos limitados.

Kach et al. (2014) descrevem que o *Lean* precisa estar em sincronia perfeita. Ou seja, o que uma célula irá produzir, deve fazer parte da célula seguinte, assim

formando uma cadeia de produção em sequência lógica. Caso contrário, a pequena empresa terá dificuldades.

Cortes et. al. (2016) alertam para possíveis falhas no mapeamento do fluxo de valor, que podem ocorrer devido à coleta de dados insuficiente, variabilidade, ou os objetivos de performance não estarem alinhados com as decisões tomadas na produção.

Nos primeiros estágios da implementação do *Lean Manufacturing*, um dos grandes desafios é engajar todos na mesma sintonia, no processo de mudança que o *Lean* propicia no ambiente de trabalho, e isso é um elemento chave para o sucesso dessa filosofia. (ASNAN; NORDIN; OTHMAN, 2015).

Moeuf et al. (2016) apontam que a taxa de sucesso da implementação do *Lean* em empresas de menor porte é de apenas 10%, aproximadamente. Para explicar essas possíveis falhas na implementação do *Lean*, Tillema e Van der Steen (2015) apontam que os sistemas tradicionais de controle são o principal inimigo da filosofia *Lean*.

Além disso, em um primeiro momento, o insucesso na implementação do *Lean* pode ter um grande impacto nos recursos da organização, afinal, não existem garantias de que a implementação será bem-sucedida. E o maior impacto é o de afetar a confiança das pessoas na filosofia e no pensamento *Lean* (SALONITIS; TSINOPOULOS, 2016).

Isso sem contar o cenário econômico atual desfavorável, em que de acordo com o Sebrae-SP (2015), as micro e pequenas empresas do estado de São Paulo apresentaram queda de 4,8% no faturamento de março de 2014 até março de 2015.

Já Coletta e Rotta (2015) apontam algumas das dificuldades encontradas na aplicação do *Lean* em empresas menores são a interrupção da produção para aplicação, necessidade de tempo para manter, necessidade de apoio, etc.

Além das dificuldades citadas, existem algumas barreiras para a aplicação da filosofia *Lean*.

Barreiras na implementação do *Lean* segundo Lodgaard et. al. (2016):

- Comprometimento dos gestores limitado
- Liderança limitada
- Responsabilidades e papéis não definidos

- Falta de envolvimento
- Falta de trabalho em equipe
- Falta de motivação
- Falha na priorização das ferramentas e práticas
- Ferramentas e práticas não adicionarem valor suficiente
- Falta de conhecimento sobre a filosofia *Lean* e seus princípios
- Não compartilhar o conhecimento

De todas essas barreiras, na perspectiva da alta direção, as mais relevantes são as que envolvem qual ferramenta e qual prática escolher, e a barreira do conhecimento.

De todas essas barreiras, na perspectiva da alta direção, as mais relevantes são as que envolvem qual ferramenta e qual prática escolher, e a barreira do conhecimento. Já em uma visão intermediária, os gestores de um nível intermediário, também acreditam que a principal barreira é com relação às ferramentas e práticas do *Lean*, seguido de responsabilidades e papéis que não estejam bem definidos. No ponto de vista dos funcionários, os trabalhadores em geral, a principal barreira é a liderança limitada. (LODGAARD et. al., 2016). Os autores concluem que com a intensa competitividade da indústria, o *Lean Manufacturing* é bastante valioso para atingir os objetivos e os gestores precisam lidar com as barreiras encontradas.

2.4.5 Fatores que Influenciam o Lean

Matt e Rauch (2013) realizaram uma pesquisa através de entrevista com 10 pequenas empresas, para se ter uma análise melhor do cenário da implementação de *Lean* nessas empresas. Foram encontrados 7 pontos principais.

- Os métodos do *Lean* não são conhecidos. Ou seja, as pessoas não possuem consciência do que é a filosofia *Lean*. Os princípios não são aplicados da maneira correta.
- As empresas estão tentando obter uma melhor produtividade através de lotes maiores. Isso acaba tirando uma das vantagens que as empresas

menores possuem, a flexibilidade.

- Pouca confiança existente em fornecedores e clientes. Deve-se estabelecer uma parceria com as partes envolvidas na cadeia de suprimentos.
- Falta de iniciativa.
- Falta de conhecimento.
- É difícil adquirir pessoal qualificado. A falta de qualificação e capital intelectual dificulta bastante para as empresas menores. Isso se deve ao fato de possuir um orçamento pequeno e não possuir um cenário tão atraente.
- É preciso integrar as partes envolvidas. Isso ocorre através de treinamentos, intercâmbio, consultoria, etc.

Lodgaard et al., (2016) abordam os principais fatores que influenciam na implementação do *Lean*, na percepção dos gestores: comprometimento, necessidade de treinamento e aplicação correta dos métodos e ferramentas.

Esses fatores irão causar uma mudança na cultura organizacional da empresa. O comprometimento dos gestores é essencial, pois um princípio necessário para o sucesso da implementação é a liderança. Os gestores devem investir em habilidades e em conhecimento, pois são características que serão importantes na hora de escolher a melhor ferramenta, e a melhor prática. Os gestores também devem se planejar, monitorar, compartilhar os ganhos, alocar melhor os recursos necessários.

Já na visão de Dora et al. (2013), os fatores críticos para o sucesso são liderança e gestão, cultura organizacional, força de trabalho e capacidade financeira.

A responsabilidade social dos gestores está diretamente ligado e possui um efeito positivo no sucesso dos pequenos negócios. (PLETNEV; BARKHATOV, 2016).

Claudino et al (2017) separam os fatores entre os que fomentam e os que limitam as organizações de pequeno porte. Através de algumas entrevistas realizadas, foi concluído que o fator mais importante é o suporte dos gestores, seguido por trabalho em grupo, plano de ações, conhecimento, etc. Já alguns dos fatores limitadores são: excesso de atividades, falta de suporte, limitação de pessoas, limitação de recursos financeiros, limitação de recursos tecnológicos, entre outros.

2.4.6 Métodos

Seis Sigma, FMEA, QFD, controle estatístico de processos são métodos recomendados para grandes organizações, devido ao fato de serem complexos e precisarem de recursos como tempo e capital. Por outro lado, alguns dos métodos adequados para empresas menores segundo Matt e Rauch (2013) são: mapeamento de fluxo de valor, FIFO (*First-in-first-out*), 5S, *Benchmarking*, *Kaizen*, *Just in Time*, *Kanban*, entre outros.

Outros métodos e ferramentas do *Lean* segundo Ansah e Sorooshian (2017): TPM, Análise de Pareto, Manutenção Preventiva, Análise de causa e raiz, PDCA, entre outros.

Esses métodos podem ser utilizados em conjunto em pequenas empresas, de acordo com Forno (*apud* ELIAS; OLIVEIRA e TUBINO, 2011), que mescla o uso do mapeamento do fluxo de valor com o *benchmarking*. O autor cita que o MFV pode ser usado em nível operacional, e o *benchmarking* no nível estratégico, e eles se complementam.

O mapeamento de fluxo de valor é adequado para empresas de pequeno porte, pois é necessária a realização de um diagnóstico do processo produtivo da empresa, e isso torna-se menos complexo em empresas menores (PANTA et. al, 2016). Até mesmo visitas pessoais na fábrica tornam-se mais informais e facilitam na obtenção de informações, quando realizadas em empresas de menor porte. Conforme (RIBEIRO, 2015), a coleta de dados feita da maneira correta é essencial para a montagem do mapeamento do fluxo de valor.

Algumas das melhorias que esse método (mapeamento de fluxo de valor) pode propor para as empresas menores são, de acordo com Chiochetta e Casagrande (2007), reestruturação do processo para uma produção puxada, excluir estoques desnecessários economizando energia, redução do tempo de movimentação dos produtos, otimização do tempo, entre outras. Além disso, essas melhorias podem resultar na redução do *Lead Time* e do tempo de produção.

Helleno, Isaias de Moraes e Simon (2016) abordam que o mapeamento de fluxo de valor é um modelo eficiente no desenvolvimento de futuros cenários com o objetivo de reduzir o consumo de água, e também o nível de barulho nas operações industriais.

Gerlach (2013) também aponta o fato de o mapeamento de fluxo de valor em empresas de pequeno porte ser capaz de otimizar o processo produtivo através da melhoria do *layout*.

Após o mapeamento de fluxo de valor, Oliveira e Kubo (2016) também usam como proposta de melhoria, a elaboração de um plano mestre de produção, que é capaz de definir com mais precisão a quantidade a ser produzida.

Algumas das barreiras na implementação do mapeamento do fluxo de valor: de acordo com Xavier e Sarmiento (*apud* MAIA; BARBOSA, 2006) é principalmente o mapeamento desordenado.

Algumas sugestões para evitar o mapeamento desordenado são: focar os esforços nos fluxos de valor que exigem melhoras substanciais, entender a situação atual, definir metas de melhorias, etc.

- Mapeamento não deve ser delegado (ou seja, deve ser responsabilidade da alta direção);
- Informações desnecessárias no mapa;
- Cuidado ao olhar de longe para o mapa, pois não se é capaz de enxergar o mapa futuro, e ao mesmo tempo, cuidado ao olhar de perto, pois isso pode causar apenas melhorias pontuais e não de uma forma sistêmica;
- Elaborar planos de ação.

Processos e Ferramentas da Implementação do *Lean* em Pequenas Empresas Práticas de processo:

- Assegurar o fluxo de informação
- Manter desafios nos processos existentes
- Identificar e otimizar o fluxo da empresa
- Manter a estabilidade em um ambiente de mudanças
- Promover a liderança
- Relacionamentos baseados em confiança
- Foco no cliente
- Nutrir um ambiente de aprendizagem (KIRAN, 2017).

2.4.7 Quadro Autor / Abordagem / Comentários

O quadro abaixo representa os autores estudados para a realização deste trabalho, a abordagem de cada um descrito de forma breve e comentários sobre o que os autores abordam. Os autores são citados durante o referencial teórico elaborado ou serviram como base para a construção do mesmo.

Quadro 6 – Autor/Abordagem/Comentários

| AUTOR | ABORDAGEM | COMENTÁRIOS |
|--|--|---|
| AUTORES - ABORDAGEM GERAL | | |
| Matt e Rauch (2013) | Métodos aplicáveis, aplicação do <i>Lean</i> , dificuldades encontradas e fatores que influenciam | Os autores realizaram uma entrevista com algumas empresas pequenas para se ter um melhor conhecimento da situação delas e recomendam alguns métodos do <i>Lean</i> compatíveis com essas empresas |
| Jewalikar e Shelke (2016) | Vantagens e barreiras na implementação | Os autores apontam como as principais barreiras os recursos financeiros e humanos limitados. E apontam algumas das vantagens da implementação do <i>Lean</i> . |
| Lodgaard, Ingvaldsen, Gamme e Aschehoug (2016) | Barreiras na implementação do <i>Lean</i> na percepção dos <i>top managers</i> , <i>middle managers</i> e <i>workers</i> | Os autores citam diversas barreiras de diferentes categorias na implementação do <i>Lean</i> para três grupos diferentes, dos gestores até os trabalhadores do chão de fábrica |
| Moeuf, Tamayo, Lamouri, Pellerin e Lelievre (2016) | Forças e fraquezas das pequenas empresas | Os autores fazem uma relação entre os principais princípios do <i>Lean</i> com as características das pequenas empresas, resultando em forças e fraquezas. |
| Coletta e Rotta (2015) | Implantação das ferramentas do <i>Lean</i> | As autoras discorrem a respeito de várias ferramentas que podem ser implementadas com o <i>Lean</i> |
| Urban (2015) | Diagnóstico da cultura organizacional da empresa | Através de ferramentas e instrumentos, o autor avalia a gestão do <i>Lean</i> nas empresas |
| AUTORES - PAPEL DAS EMPRESAS DE PEQUENO PORTE | | |
| Afonso e Cabrita (2015) | Desenvolvimento do <i>Lean</i> em empresas de menor porte | Abordagem de como as empresas de menor porte são importantes para a economia |

| | | |
|--|--|---|
| Fu, Guo e Zhanwen (2017) | <i>Lean</i> aplicado em países em desenvolvimento | Os autores abordam o modelo do <i>Lean</i> em países em desenvolvimento, onde há um desafio maior e características específicas |
| Sen, Ozturk e Vayvay (2016) | Crescimento das pequenas empresas | Os autores abordam no geral o crescimento de pequenas e médias empresas |
| Leoneti, Nirazawa e Oliveira (2016) | Avaliação de micro e pequenas empresas | O texto aborda como as pequenas empresas se mantêm sustentáveis e sobreviventes no mercado |
| AUTORES- APLICAÇÃO | | |
| Antosz e Stadnicka (2017) | Resultados da implementação do <i>Lean</i> | As autoras mostram que as empresas de menor porte estão prontas para a implementação do <i>Lean</i> |
| Bardal, Maltaca e Michelasse (2010) | Produção enxuta nas pequenas empresas | Os autores focam na produção enxuta e como isto pode ajudar os pequenos empresários |
| Pontes e Figueiredo (2016) | Mapeamento de fluxo de valor em uma empresa de pequeno porte | Através do mapeamento de fluxo de valor, é elaborada uma proposta de melhoria em uma pequena empresa |
| Saliba e Lima (2008) | Aplicação e implementação do <i>Lean</i> | Os autores mostram a aplicação do <i>Lean</i> em empresa de pequeno e médio porte |
| Silva, Zilbovicius, Pedro, Azevedo e Polo (2008) | Princípios do <i>Lean</i> Manufacturing | Os autores abordam os princípios do <i>Lean</i> e como eles podem melhorar a produtividade de uma pequena empresa |
| Kadarova e Demecko (2016) | Novas abordagens do <i>Lean</i> Manufacturing | O artigo aponta diferentes aplicações do <i>Lean</i> , não apenas em empresas industriais, mas em diferentes ramos. |
| Omogbai e Saloniitis (2016) | Ferramenta <i>Lean</i> baseado em sistemas dinâmicos | Os autores apresentam o <i>Lean</i> como uma forma de gerar dados para melhor análise do processo |
| Azadeh, Yazdanparast, Zadeh e Zadeh (2017) | Princípios do <i>Lean</i> na otimização da produção | Os autores abordam a aplicação do <i>Lean</i> |
| Bortolotti, Boscari e Danese (2014) | Práticas do <i>Lean</i> e a cultura organizacional | Os autores abordam a cultura organizacional que faz parte do sucesso da implementação do <i>Lean</i> |
| Abreu, Alves e Moreira (2017) | <i>Lean</i> e produção sustentável nas empresas de pequeno porte | O texto fala sobre como o <i>Lean</i> se relaciona com a eco-eficiência visando uma produção sustentável nas empresas |

| | | |
|--|---|---|
| Martínez e Javier (2016) | Relação entre <i>Lean</i> e sustentabilidade | Foco mais na questão de ser sustentável na implementação do <i>Lean</i> |
| Yang, Hong e Modi (2011) | <i>Lean</i> envolvendo gestão ambiental e performance dos negócios | Os autores abordam o <i>Lean</i> no setor de manufatura, buscando performance de negócios, financeira e ambiental positiva |
| Dombrowski, Ebentreich e Krenkel (2016) | Análise de impacto do <i>Lean</i> | Análise de impacto do <i>Lean</i> diante das dificuldades vividas pelas pequenas empresas |
| Brad, Murar e Brad (2016) | <i>Lean</i> em tecnologias disruptivas | Os autores abordam como o <i>Lean</i> pode servir de metodologia para inovações disruptivas |
| AUTORES - DIFICULDADES | | |
| Cortes, Daaboul, Duigou e Eynard (2016) | Indicadores de performance do <i>Lean</i> | Os autores citam dificuldades e possíveis falhas na implementação do <i>Lean</i> |
| Kach, Oliveira, Veiga e Galhardi (2014) | Otimizar o processo de produção através do mapeamento de fluxo de valor | Os autores dão exemplos de MFV em vários tipos diferentes de empresas, como indústria têxtil, automobilística, etc |
| Bonfante e Ferreira (2015) | Mapeamento de fluxo de valor buscando a sustentabilidade | Diante de um cenário desfavorável atual, os autores sugerem a utilização do MFV como forma de se atingir a manufatura sustentável |
| Frank, Eftal e Engelbert (2013) | <i>Lean Manufacturing</i> em empresas de menor porte | Os autores destacam o ambiente competitivo em que as pequenas empresas estão inseridas |
| Asnan, Nordin e Othman (2015) | Implementação do <i>Lean</i> no setor de serviços | Os autores dissertam sobre o que envolve a implementação do <i>Lean</i> , incluindo os principais desafios |
| Tillema e Van der Steen (2015) | Implementação do pensamento <i>Lean</i> | Os autores abordam as dificuldades encontradas na implementação do <i>Lean</i> |
| Salonitis e Tsinopoulos (2016) | Implementação do pensamento <i>Lean</i> | Os autores abordam direções e barreiras na implementação do <i>Lean</i> no setor produtivo |
| Keyser, Sawhney e Marella (2016) | Ambiente do <i>Lean</i> nas organizações | Os autores abordam as mudanças causadas pelo <i>Lean</i> nas empresas |
| AUTORES - FATORES | | |
| Claudino, Santos, Cabral e Pessoa (2017) | Fatores que fomentam e limitam as pequenas empresas | Os autores apresentam os fatores que fomentam e limitam quando uma pequena empresa busca inovação |

| | | |
|--|--|---|
| Dora, Kumar, Van Goubergen, Molnar e Gellynck (2013) | Fatores que influenciam o Lean em pequenas empresas | Os autores abordam os fatores críticos para o sucesso do Lean e sua performance em pequenas empresas |
| Pletnev e Barkhatov (2016) | Pequenas e médias empresas | Como as pequenas e médias empresas de sucesso estão ligadas aos gestores e suas responsabilidades |
| AUTORES - MÉTODOS | | |
| Panta, Silva, Eckardt e Barbosa (2016) | Mapeamento de fluxo de valor em pequena empresa | Os autores mostram como o MFV pode melhorar o processo produtivo de uma pequena empresa |
| Chiochetta e Casagrande (2007) | Mapeamento de fluxo de valor em pequena empresa | Aborda as melhorias que o MFV proporciona em uma pequena empresa |
| Gerlach (2013) | Melhoria no <i>layout</i> de uma pequena empresa | O autor foca no MFV e que o <i>layout</i> pode ser melhorado através desse método |
| Elias, Oliveira e Tubino (2011) | Mapeamento de fluxo de valor em uma empresa de até 100 pessoas | Os autores abordam uma mescla de métodos do <i>Lean</i> , como por exemplo MFV e <i>Benchmarking</i> |
| Oliveira e Kubo (2016) | Mapeamento de fluxo de valor e plano mestre de produção | O MFV identifica problemas e o plano mestre de produção aparece como uma proposta de melhoria |
| Maia e Barbosa (2006) | Mapeamento de fluxo de valor para eliminação de desperdícios da produção | Os autores abordam benefícios, mas também barreiras da implementação do MFV |
| Ribeiro (2015) | Mapeamento de fluxo de valor em empresa industrial | Através do mapa de fluxo de valor atual, é possível visualizar os tempos e possíveis melhorias da empresa |
| Ansah e Sorooshian (2017) | Ferramentas e métodos do <i>Lean Manufacturing</i> | Os autores abordam ferramentas e métodos do <i>Lean</i> visando o controle de riscos no ambiente |
| Helleno, Isaias de Moraes e Simon (2016) | <i>Lean Manufacturing</i> na indústria brasileira | Os autores defendem o mapeamento de fluxo de valor como forma de atingir sustentabilidade |
| Kiran (2017) | Filosofia <i>Lean</i> e suas características | O autor aborda detalhadamente as características do <i>Lean</i> |

Fonte: Autoria própria (2017).

Portanto, todos esses autores apresentam seus pontos de vista e diferentes abordagens a respeito do mapeamento de processos nas empresas e do *Lean*.

3 METODOLOGIA

No Capítulo 3 é apresentada a visão geral da metodologia utilizada em busca de atingir os objetivos propostos. Portanto, encontra-se descrito o tipo de pesquisa realizada, a realização da coleta de dados, abordagem do método proposto do desenvolvimento até a análise de dados, cronograma dos dias de visita à empresa.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O estudo de caso envolve a aplicação de ferramentas do *Lean* para o diagnóstico do processo de produção, métodos e planos de ação, além do conhecimento empírico. O estudo também apresenta uma abordagem quantitativa baseada em teorias, coloca em prática os conceitos e métodos, sendo esses adaptados a situações reais.

3.2 ABORDAGEM DO MÉTODO

Essa pesquisa partiu do método de mapeamento de processos *Shingo-Style*, esse método é uma ferramenta que visa o diagnóstico da linha produtiva de uma empresa. Esse diagnóstico teve como objetivo dar uma visão ampla do sistema de produção, permitindo enxergar possíveis problemas e oportunidades de melhorias. Essa análise do sistema de produção foi sustentada pelos conceitos de produção enxuta, o qual tem foco na eliminação de desperdícios de produção.

Portanto o método *Shingo-Style* foi aplicado em uma linha produtiva de vasos para mudas e plantas. Em sequência, foi desenvolvido um plano de ação a partir da análise do diagnóstico da ferramenta aplicada. A descrição da empresa em questão é detalhada no capítulo 4.

3.3 COLETA DE DADOS

Essa seção descreve como foi feita a coleta de dados na empresa, em uma sequência de visitas e seguindo o método *Shingo Style*, os dados foram coletados para a construção do mapa atual.

A primeira abordagem foi o entendimento da empresa. Nesta fase, uma primeira visita foi realizada ao chão de fábrica da empresa, onde por meio de uma entrevista com o responsável pela produção foi possível entender os processos produtivos que compõe a produção de vasos. Com uma folha de anotações e andando entre os processos foi coletado informações em relação a problemas que a empresa vem enfrentando, características específicas de cada processo, entendimento da matéria prima utilizada, descrição e definição das etapas principais (etapas de processamento). A partir dessas anotações foi construído o diagrama de SIPOC como base para as próximas etapas.

Uma segunda visita foi realizada, e essa junto ao proprietário para sinalizar as próximas etapas a serem seguidas e decidir as pessoas que poderiam auxiliar nas coletas de dados.

Em uma sequência de visitas semanais, por um período de aproximadamente dois meses, a coleta de dados ocorreu de forma gradativa, o primeiro passo foi definir as etapas de operações que compõem cada processo. Essa primeira abordagem foi feito por meio de observações e entrevistas aos operadores junto ao chão de fábrica. A partir disso, foi criado um primeiro rascunho dos processos e suas respectivas etapas de operações. Em sequência, foi atribuído cores a cada etapa, a definição das cores foi feita por meio de observações baseada nos conceitos teóricos. A cor roxa caracteriza um processo de inspeção, seleção, separação, etc. A cor amarela é atribuído a transportes, a cor azul indica processos de setup, manutenção e preparação de máquina. Por último, a cor verde indica processos que agregam valor ao produto final, o qual altera o formato do produto.

Após isso, foi coletado os tempos de cada processo, primeiramente em sua duração total. Usando um cronômetro, em uma sequência de observações e medições em cada processo, uma média das medições foi feita a fim de definir os tempos de processamento de cada processo. Para isso, adaptando o método à situação encontrada, determinou-se um tamanho de lote para que os tempos sejam para se processar um tamanho de lote padrão previamente definido.

Em um outro momento, coletou-se os tempos de cada etapa de operação que compõem os processos, da mesma maneira em uma sequência de cronometragens, uma média foi feita.

Outros dados importantes foram coletados para atribuir as métricas no desenvolvimento do Mapa Atual. Dados como a quantidade de estoque entre os

processos e, por fim, o *mix* de produtos para determinar a capacidade produtiva das sopradoras em diferentes situações de alocação de moldes de diferentes tamanhos.

3.4 CONSTRUÇÃO DO MAPA ATUAL

O desenvolvimento do mapa atual partiu do rascunho com os dados já coletados. Foram calculadas as métricas seguindo o método *Shingo-Style*, como o tempo de espera em cada processo. Em comparação aos outros tempos de processamento foi possível determinar o gargalo da produção, aquele que indica o maior tempo entre os demais é caracterizado como gargalo . Também a taxa de saída para a situação encontrada e tempos de esperas dos processos.

3.5 ANÁLISE DE DADOS E DIAGNÓSTICO

Nessa fase uma breve reunião foi feita junto ao responsável de produção, foram atribuídas estrelas no mapa atual indicando pontos de desperdícios ligado aos conceitos de produção enxuta. Foram feitas perguntas direcionadas às restrições de uma possível mudança na linha produtiva naqueles pontos em questão. As justificativas e argumentos foram anotadas para entender as restrições impostas a uma possível mudança e para futuramente criarmos uma linha de plano de ação que contornasse essas restrições.

3.6 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa situada na cidade de Ponta Grossa no estado do Paraná, fundada em 2001, atuava primeiramente em serviços de usinagem e fabricação mecânica e a partir de 2008 começou a atuar no segmento de embalagens para mudas e plantas. É uma empresa de pequeno porte com 25 funcionários e atende mais de 600 clientes em todo território nacional.

A matéria prima utilizada em seus processos produtivos é 100% material reciclado, utiliza-se, portanto, do polímero PEAD, geralmente encontrado em embalagens de produtos de limpeza, frascos para xampu, garrafas de iogurte, leite,

etc. Essa matéria prima inicial passa por transformações até chegar ao produto final que são vasos para mudas e plantas. A empresa fornece vários tamanhos desses vasos, os quais se diferenciam basicamente pelo volume, os modelos encontrados são: 1L, 4L, 5L, 8L, 12L, 15L, 18L, 20L, 25L e 30L como mostra a Figura 7 a seguir:

Figura 7 – Produto vaso para mudas 30L empresa RDK.



Fonte: RDK Produtos, Disponível: www.rdk.ind.br/produtos.php.

Neste capítulo será tratado todo o processo de análise de dados dos processos produtivos da empresa, dando uma visão detalhada da metodologia aplicada e de pontos importantes a serem destacados. Esse estudo parte de uma metodologia apresentada no capítulo anterior, a qual é baseada no método de mapeamento de processos produtivos *Shingo-Style*. Portanto, segue o desenvolvimento do método adaptados a situação da empresa, assim como a análise de diagnóstico do mapa de processos, objetivando melhorias de caracterização enxuta (*lean*).

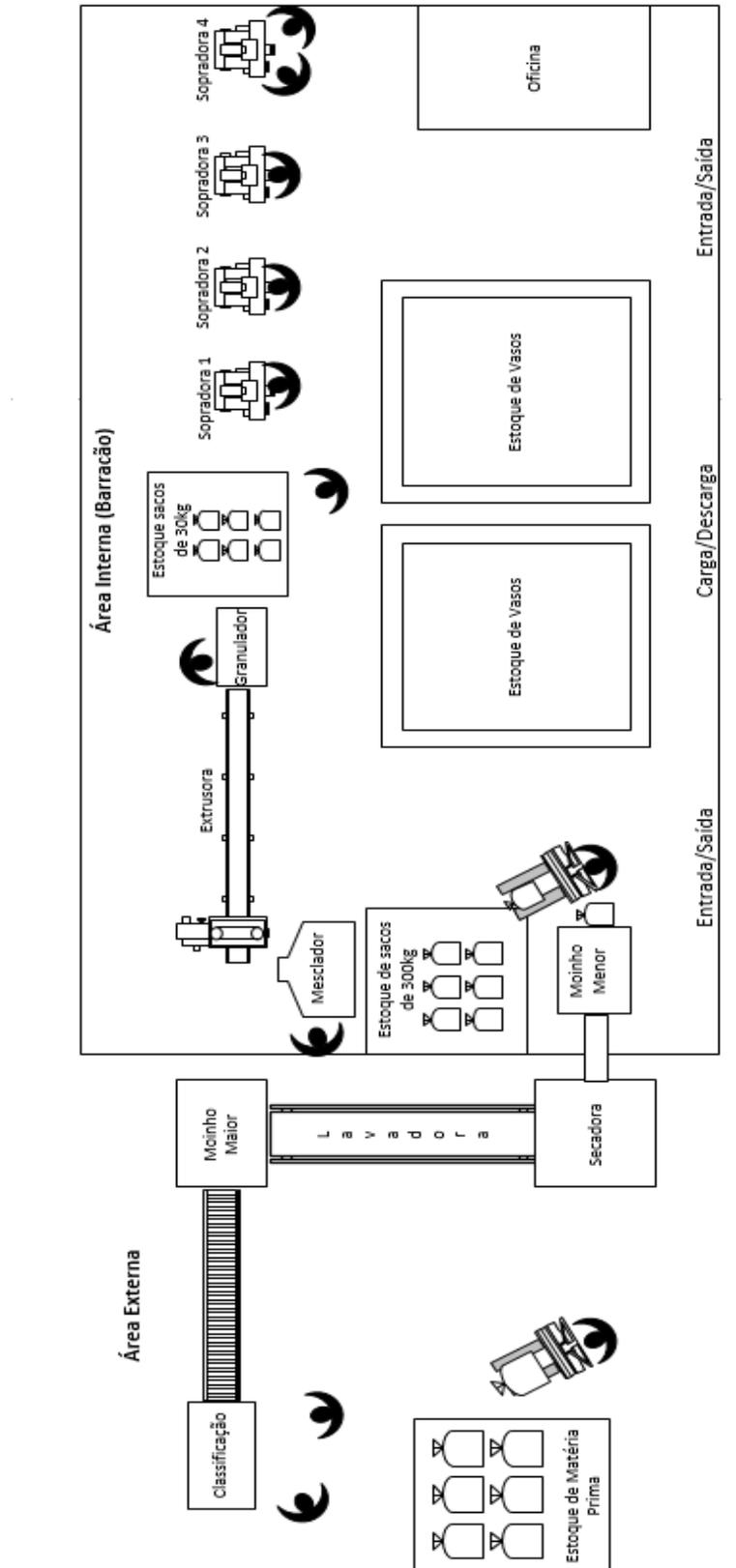
4 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo será tratado todo o processo de análise de dados dos processos produtivos da empresa, dando uma visão detalhada da metodologia aplicada e de pontos importantes a serem destacados. Esse estudo parte de uma metodologia apresentada no capítulo anterior, a qual é baseada no método de mapeamento de processos produtivos *Shingo-Style*. Portanto, segue o desenvolvimento do método adaptados a situação da empresa, assim como a análise de diagnóstico do mapa de processos, objetivando melhorias de caracterização enxuta (*lean*).

4.1 ENTENDIMENTO INICIAL DOS PROCESSOS

A Figura 8 mostra o layout do barracão, sendo o setor externo onde se encontra o estoque de plásticos reciclados e é composto pelo processo de classificação, pela lavadora e secadora e os moinhos de trituração. Já no ambiente interno está alocado os estoques, o mesclador de pigmentação, a extrusora, o granulador e as sopradoras.

Figura 8- Layout da fábrica



Fonte: Autoria Própria (2018)

A produção é coordenada e supervisionada por um líder de produção, o qual está atento a qualquer tipo de problema, desde manutenção, setup de máquinas e gerenciamento de pessoas. A produção ocorre em dois turnos de segunda à sexta-feira, diurno e noturno, o diurno inicia 8 horas e vai até às 18 horas com uma hora de intervalo, o turno da noite começa às 21h e vai até 6h, entretanto, no turno da noite funciona apenas o setor interno e somente três sopradoras. Além disso, o setor de classificação e funcionamento dos moinhos é paralisado na sexta-feira para a manutenção e limpeza, tornando-se necessário a manutenção de um estoque de segurança para suprir a demanda de material das sopradoras.

A empresa faz um acúmulo de estoque de produtos acabados muito grande, esse estoque é justificado pela demanda sazonal, é produzido ao longo de meses para acumular estoque a fim de suprir a necessidade de demanda, que tem picos nos meses de Novembro, Dezembro e Janeiro. Ou seja, primeiro ponto notável é que se trata de um sistema de produção empurrado, Make to Stock (MTS), devido às restrições da produção em atender essa demanda sazonal em um curto período. Assim sendo, há uma dificuldade de previsão de demanda em relação ao modelo de vaso, tendo em vista que essa varia de acordo com tendências no setor de plantas, essa dificuldade foi constatada com as pessoas da administração responsáveis pela ordem dos modelos a serem produzidos, sendo relatado a incerteza das próximas tendências.

4.2 ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO

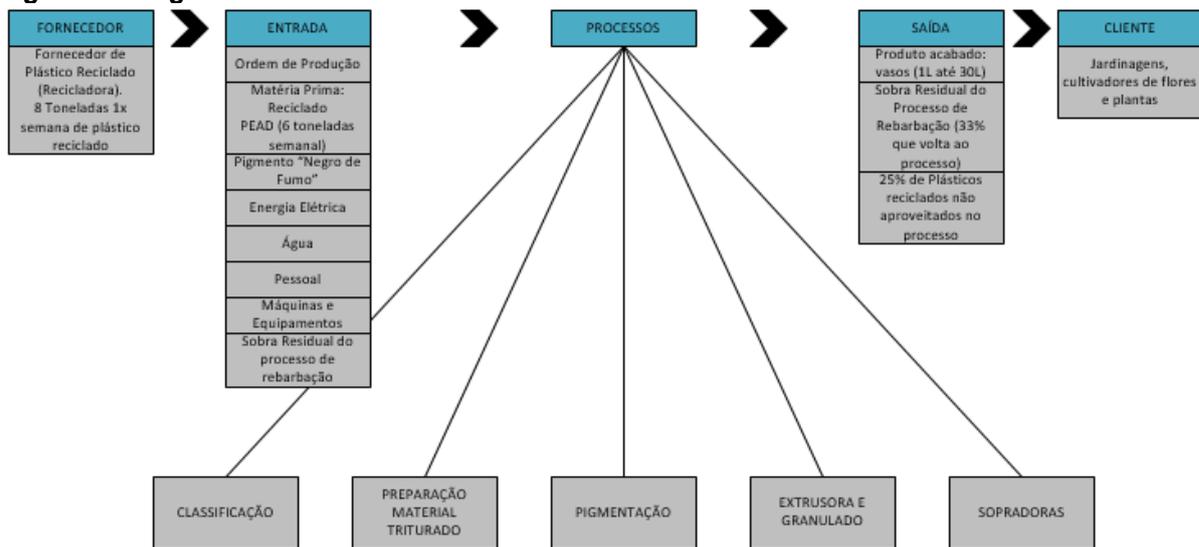
Como foi dito na seção anterior a empresa avaliada no estudo de caso tem uma estratégia bem clara: produzir ao máximo da sua capacidade para gerar estoque e possuir produtos prontos na época do ano em que ocorre um pico de pedidos (de Novembro até Março). Sendo assim, a estratégia de produção da empresa com relação aos pedidos e a demanda é MTS (*Make to Stock*). Ou seja, produzir para estoque. Essa estratégia é tomada devido a característica do negócio, pedidos dos clientes ocorrem em meses específicos e devem ser atendidos em pronta entrega.

4.3 MAPA SHINGO-STYLE

4.3.1 Diagrama de SIPOC

Como a produção de vasos se difere apenas pelo volume, concluiu-se que trata de uma mesma família de produtos, pois usam dos mesmos processos produtivos. A partir disso, em uma etapa de preparação inicial, foi definido os elementos do diagrama de SIPOC (Figura 9): fornecedor, entrada, etapas de processamento, produto final e clientes, como mostra a figura a seguir:

Figura 9 - Diagrama de SIPOC estudo de caso



Fonte: Autoria Própria (2018)

A Figura 9 mostra a visão geral das etapas do negócio, chegada da matéria prima, os processos de transformação da matéria prima em produto final e os clientes finais. As etapas de processamento são a base do mapeamento de processos que se resumem em cinco principais etapas de transformação do material: Classificação, Preparação do Material Triturado, Pigmentação, Extrusora e Granulado, Sopradoras.

Classificação: a classificação ocorre na área externa do barracão como mostra a Fotografia 1. Este processo é basicamente a seleção do material que entra no processo, a matéria-prima fornecida é 100% material reciclado, contendo uma mistura de diferentes tipos de polímeros. Dois funcionários por meio de uma inspeção visual são responsáveis pela separação e descarte do material que não é utilizado no processo como exemplo garrafas pet e outros tipos de polímeros. Cerca de 25% dos 80 kg é descartado, o material aceito (PEAD) é imediatamente colocado em uma esteira transportadora para ser triturado na próxima etapa de processamento. O

descarte do material não aproveitado é devolvido ao próprio fornecedor de plástico reciclado como forma de incentivo.

Fotografia 1 - Área externa barracão



Fonte: Autoria Própria (2017)

Preparação do Material Triturado: a preparação do material triturado se inicia após a classificação, onde o material selecionado passa por um moinho (moinho grande), e diretamente passa por um tanque de lavagem para retirar resíduos. Após isso, em um fluxo contínuo, esse material passa por uma secadora e é novamente triturado (moinho menor), e então despejados diretamente em sacos. Os sacos comportam cerca de 300 kg de material triturado e são estocados na área interna do barracão como mostra Fotografia 2.

Fotografia 2- Estoque material triturado



Fonte: Autoria Própria (2017)

Pigmentação: os sacos de 300 kg de material triturado são transportados e despejados no mesclador para plásticos, onde recebe um pigmento da coloração preta (negro de fumo) colocado por um funcionário. O negro de fumo não só tingem o plástico de preto, mas também modifica as propriedades elétricas agindo na proteção aos raios UV e ao calor. Esse material então é aquecido para aderir a propriedade do pigmento e transportado em fluxo para a próxima etapa de processamento que é a extrusão seguido da granulação. A Fotografia 3 mostra o mesclador de pigmentação.

Fotografia 3- Processo de pigmentação



Fonte: Autoria Própria (2017)

Extrusora e Granulado: o material pigmentado é então extrusado, os filamentos passam por um tanque de resfriamento e diretamente são granulados. O material granulado é estocado em sacos de 30 kg em média. Esse material alimenta as sopradoras na próxima etapa de processamento.

Fotografia 4 - Extrusora



Fonte: Autoria Própria (2017)

Fotografia 5- Granulador



Fonte: Autoria Própria (2017)

Sopradoras: são quatro sopradoras, três com mesa simples e uma com mesa dupla, alimentadas pelo material granulado, sendo que cada máquina tem um operador. A sopradora aquece esse material que sai no formato do molde alocado (tamanho de vaso). O molde é duplo, ou seja, em um ciclo da máquina é equivalente a dois vasos. Um operador pega a peça moldada e faz um corte no meio separando em duas peças, retira as rebarbas (sobras) inerentes ao processo de

aproximadamente 33%. As sobras são coletadas por outro funcionário, granuladas e reaproveitadas no mesmo processo. As peças são os vasos já prontos para serem estocados como produto final.

A Fotografia 6 mostra a sopradora 2, as rebarbas, sobras de 33% são simplesmente jogadas no chão para serem recolhidas por outro funcionário e são novamente granuladas.

Fotografia 6 - Sopradora 2



Fonte: Autoria Própria (2017)

4.3.2 Mapa *Shingo-Style* Estado Atual

O mapa *Shingo-Style* foi adaptado à situação encontrada. Como os processos em sua maioria apresentam fluxo contínuo e a preparação do material a ser utilizado nas sopradoras não pode ser dado em unidades, foi necessário obter os dados por

quilogramas de material. Mesmo que as sopradoras tenham saída em unidades, cada modelo de vaso tem o seu peso em gramas, tornando-se possível padronizar a unidade de medida em todo o processo. O primeiro processo de classificação recebe uma “bag” de 80 kg para seleção, entretanto cerca de 20 kg desse material não entra no processo. Determinou-se, portanto, um padrão de lote de 60 kg e os tempos de processamento foram determinados para se processar 60 kg de material que efetivamente entram no processo produtivo.

Os processos principais do mapa *Shingo-Style* seguem as etapas de processamento determinadas no diagrama de SIPOC: Classificação, Preparação do Material Triturado, Pigmentação, Preparação do Material Granulado e Sopradoras. O mapa a seguir (Figura 10) fornece uma visão geral da produção, cada etapa de processamento é subdividida em etapas de operações. Nota-se que o processo de classificação recebe a cor roxa por se tratar de um processo de inspeção, esse processo é subdividido pelas etapas que o compõe para ser concluído. Portanto, no processo de classificação, primeiramente, uma empilhadeira transporta a “bag” de 80 kg e a coloca sobre uma plataforma, um funcionário retira as fitas que envolvem essa bag para assim começar a ser realizada o processo de seleção e separação do material.

Os tempos estão segundos para cada etapa de operação e no quadro laranja fornece o tempo de processamento para se concluir aquele processo e então recomeçá-lo com as mesmas etapas. Como o material selecionado é diretamente colocado em uma esteira transportadora para o próximo processo de preparação do material triturado, esses dois processos são dados em fluxo contínuo, assim os tempos de processamento são dados pela taxa de saída, que é o tempo necessário para processar 60kg de material em cada processo.

Um estoque ocorre após o processo de material triturado (sacos de 300 kg). O processo de pigmentação inicia-se pelo transporte de um saco de 300 kg de material triturado por meio de uma empilhadeira, um pequeno estoque se acumula entre a pigmentação e a extrusora, isso ocorre pelo fato da pigmentação ter uma taxa de saída mais rápida do que o processo do granulado. O processo de pigmentação tem um tempo de processamento de 360 segundos, com eventuais paradas para o transporte do saco de 300 kg mais precisamente após 5 ciclos de 60 kg, enquanto o processo de granulação tem um tempo de processamento de 765 segundos. Novamente o material, já granulado, espera entre os processos. Esse é estocado em sacos de 30 kg em média. O gargalo da produção do material para abastecer as sopradoras é exatamente no processo de preparação do granulado, o qual demora mais tempo para processar 60 kg de material.

Os sacos estocados de material granulado são pesados a fim de obter um controle do material que abastece as sopradoras, esses variam de acordo com o material que entra no processo de classificação, um saco de material granulado que tem peso superior a 30 kg é relativamente um material mais denso, “pesado”. O saco que tem um peso inferior a 30 kg é dito como um material menos denso “mais leve”, esse último afeta a qualidade do vaso de saída das sopradoras, pois no aquecimento, por se tratar de um material menos denso, ocorre rompimentos em algumas áreas de espessura mais fina. Portanto, a pesagem é necessária para mesclar entre material mais pesado e material mais leve a fim de garantir uma qualidade do produto final.

As sopradoras representam o último processo da produção, elas ocorrem em paralelo e são o gargalo da produção. Em média o tempo de processamento para 60 kg de produtos acabados é de 1765 segundos. Na situação observada, a sopradora 1 produz vasos de 30L de 380 gramas cada, a sopradora 2 vasos de 8L de 120 gramas, a sopradora 3 vasos de 1L de 27 gramas cada e a sopradora 4 (mesa dupla) produz vasos de 4L e 5L com 70 e 88 gramas respectivamente. A situação verificada pode ser observada na Tabela 1, assim como os tempos de ciclo de cada máquina para aquele modelo de vaso.

Tabela 1 - Capacidade produtiva estado atual

| Máquina | Tipo | Mesa 1 | Mesa 2 | Peso de saída para cada vaso (g) | Peso em gramas de saída por ciclo | Tempo de ciclo (seg) | Ciclos completos por hora | Capacidade produtiva hora (kg) |
|-----------|---------|--------|--------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Máquina 1 | 30L | 380 | | 380 | 760 | 60 | 30 | 45,600 |
| Máquina 2 | 8L | 120 | | 120 | 240 | 32 | 113 | 2,700 |
| Máquina 3 | 1L | 27 | | 27 | 54 | 20 | 180 | 9,720 |
| Máquina 4 | 4L e 5L | 70 | 88 | 158 | 316 | 29 | 124 | 39,228 |
| | | | | | | | Total processado em 1 hora = | 121,558 kg |

Fonte: Autoria Própria (2018)

Cada máquina representa uma sopradora e seus tempos de ciclo variam de acordo com o tamanho de vaso produzido. A cada ciclo de máquina é produzido duas peças (dois vasos), exceto pela máquina 4 que produz dois modelos de vaso ao mesmo tempo e, portanto, tem uma saída de duas peças por mesa. O quadro demonstra também os ciclos completos por hora de cada máquina, assim como sua produção em gramas por hora. Nota-se que nessa situação, a máquina 1 tem uma maior capacidade produtiva, levando em consideração a quantidade de material processado em gramas por hora. A produção tem uma taxa de saída de 121,558 kg a cada hora, levando em consideração que o turno representa nove horas de funcionamento efetivo das máquinas, o turno diurno é capaz de produzir cerca de 1094 kg em média de produtos acabados.

Os dados coletados são a base do diagnóstico de análise de pontos de desperdícios em relação aos conceitos produção enxuta, isso levando em conta as restrições que a produção enfrenta. O próximo item mostrará essa análise apurada do diagnóstico que o mapa de processos fornece, assim como uma análise das restrições encontradas para possíveis melhorias.

4.3.3 Diagnóstico Mapa *Shingo-Style*

O diagnóstico do mapeamento *Shingo-Style* é feito por cinco etapas, são elas: identificação da etapa de processamento mais lenta, identificação do takt-time

da linha produtiva, análise das inconsistências e sobrecargas, identificação dos pontos de desperdício e por fim a conclusão junto a gerência.

Etapa de processamento mais lenta: primeiro ponto para se identificar no mapa de processos é onde se encontra o maior tempo de processamento, como dito anteriormente o gargalo está no processo das sopradoras, caracterizado como a mais lenta da produção, sendo o tempo de processamento de 60 kg igual a 1765 segundos. Essa foi destacada com um retângulo vermelho como mostra a próxima figura.

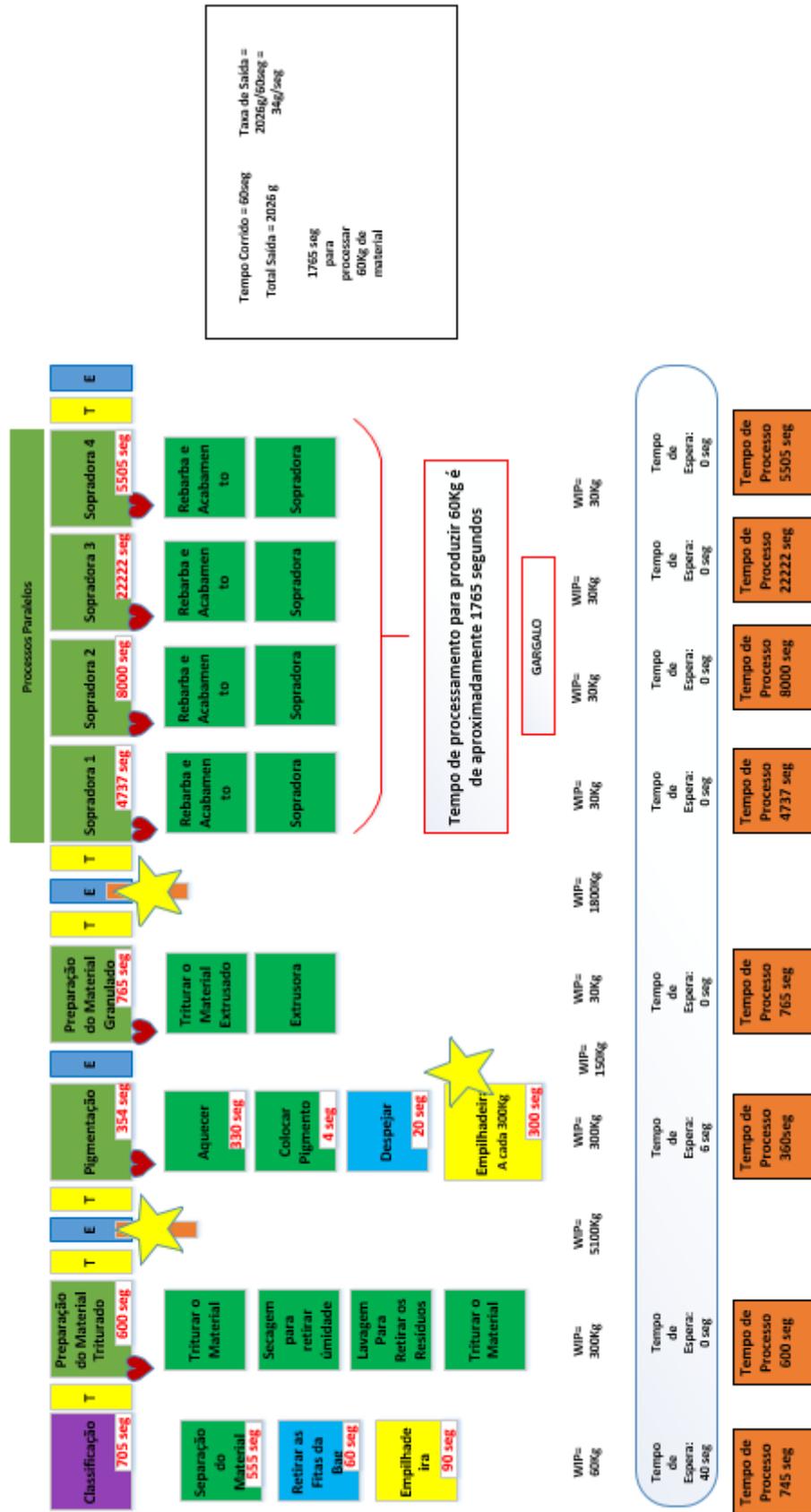
Nota-se também que o maior tempo de processamento de material, ou seja antes da transformação do material, está localizado no processo da preparação de granulado com tempo médio de processamento de 765 segundos para 60 kg de material.

Takt-Time: como citado anteriormente a demanda é sazonal, é produzido ao longo do ano para atender um pico de demanda de novembro a janeiro, isso restringe determinar um ritmo de demanda. Sendo assim, com o objetivo de contornar essa restrição, determinou-se o *takt time* como a taxa de saída (ritmo) de um processo puxador. Como o processo das sopradoras é o gargalo da produção, o qual dita o ritmo de demanda de material, esse foi determinado como o processo puxador. Portanto, o *takt-time* do processo puxador será de 34 g/seg ou 2040 g/min, no estado atual é o que as sopradoras demandam para produção de material.

Inconsistências e sobrecargas: o processo produtivo poderia ser mais sincronizado, como se pode perceber no mapa a produção de material varia de processo para processo de acordo com gramas por segundos. O que caracteriza inconsistência, pois há um processo fazendo muito mais que o outro, de forma mais rápida. Além disso, caracteriza sobrecarga em parte do processo, entre as operações do processo. O correto e ideal seria que ocorressem em um mesmo ritmo de produção, no mesmo “ritmo” definido pelo processo puxador.

Desperdícios de produção: alguns pontos de desperdícios, que se enquadram nos sete desperdícios de produção segundo os conceitos de produção enxuta, podem ser destacados no mapa como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Mapa Atual apontamento de desperdícios



Fonte: Autoria Própria (2017)

As estrelas mostram os pontos de desperdícios, esses pontos são analisados particularmente em busca de melhorias. O processo de classificação da cor roxa, é um processo caracterizado como inspeção, o qual não agrega valor ao cliente. Entretanto, esse se faz por necessário, por não haver a possibilidade de uma compra de plásticos reciclados de forma separada, ou seja apenas uma categoria de polímeros como o PEAD.

O primeiro ponto de desperdício está no estoque entre o material triturado e a pigmentação destacado pela estrela, esse estoque é relativamente grande, e a princípio desnecessário. Partindo dele, nota-se um segundo ponto de desperdício no transporte por meio de empilhadeira na operação do processo de pigmentação. O terceiro ponto encontra-se no estoque entre o material granulado e as sopradoras.

Os estoques são geralmente provenientes de uma superprodução em alguns processos, que produzem de forma demasiada perante aos demais, ocasionando pontos de estoque de produtos semi-acabados. Nesse caso, como o processo puxador de ritmo de demanda são as sopradoras, todo processo anterior a ele deve se alinhar ao ritmo do *takt-time* do processo puxador.

Há sempre um esforço por trás desses estoques que justificam os desperdícios, pelo investimento de um material que ainda não obteve retorno financeiro, pelo esforço em transportar esse estoque entre os processos, por uma área de ocupação na fábrica ou também por pontos que poderiam se transformar em fluxo contínuo e conseqüentemente acelerar o *lead time*. Nesse contexto, no próximo item mostraremos as conclusões desses pontos de desperdícios, discutidos junto com a gerência da produção.

Conclusão dos processos atuais: Primeiramente, os estoques entre os processos são justificados pela gerência, por se tratar de um pulmão necessário para suprir a necessidade de produção da sexta-feira, onde o processo de produção de material triturado feito pelos moinhos é paralisado para limpeza e manutenção. Segundo ponto é o processo do material triturado para a pigmentação fica em espera, sem ser colocado diretamente em fluxo para pigmentação. Segundo o líder de produção, se for colocado em fluxo contínuo, ou seja, alimentando diretamente o mesclador de pigmentação, todo o estoque de material se acumularia após o processo de granulação (sacos de 30 kg), e isso impacta em uma restrição da produção, onde há um prazo de no máximo dois dias para o uso do estoque de material, caso ao contrário a umidade poderá afetar a qualidade do produto final. O PEAD não é um

polímero dito higroscópico, sensível a umidade, entretanto o negro de fumo, pigmento utilizado na proteção anti UV e calor, absorve umidade do ambiente, isso se agrava ainda mais quando após o processo de extrusão o resfriamento prévio à granulação é feito por meio da passagem do material em um tanque de água. Portanto, um polímero que tiver negro de fumo em sua composição se não utilizado rapidamente absorve umidade podendo ocasionar bolhas no material ou aspereza superficial, comprometendo a qualidade em relação a resistência do produto final. O terceiro estoque está exatamente nos sacos de 30 kg após o granulador, como dito anteriormente esse estoque tem um prazo de no máximo dois dias para ser consumido e renovado, ele se faz por necessário pois nesse ponto ocorre o controle de densidade do material granulado, a pesagem é feita para mesclar entre material mais pesado (mais denso) e material mais leve (menos denso) a fim de garantir uma qualidade do produto final.

4.3.4 Análise do Estoque (Pulmão)

O primeiro ponto de desperdício destacado é o estoque entre a preparação do material triturado e a pigmentação. Para a eliminação desse estoque é necessário colocar os processos em fluxo contínuo, ou seja, o material triturado deve ser vazado diretamente ao processo mesclador da pigmentação, um funcionário aplica o pigmento em uma taxa (frequência) contínua de tempo. Isso leva a um acúmulo maior de estoque após o granulador.

O acúmulo de estoque após o granulador é necessário, tanto para o controle de qualidade descrito anteriormente como para atingir o pulmão necessário para suprir a demanda de sexta-feira.

Com o objetivo de encontrar o tamanho do pulmão necessário, e para assim certificar-se que não ocorra superprodução, ou seja, uma produção demasiada de material sem necessidade antes dos processos das sopradoras, determinou-se as sopradoras como o processo puxador.

Uma primeira análise é feita para saber a capacidade produtiva de cada máquina variando o vaso alocado. Isso fornece a informação de quanto é demandado em kg de material pelas sopradoras em um determinado *mix* de produção.

Tabela 2 - Capacidade Produtiva Máquina x Tipo de Vaso

| Máquina | Tipo | Mesa 1 | Mesa 2 | Peso de saída para cada vaso (g) | Peso em gramas de saída por ciclo | Tempo de ciclo (seg) | Ciclos completos por hora | Capacidade produtiva hora (kg) |
|-----------|---------|--------|--------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Máquina 1 | 12L | 160 | | 160 | 320 | 30 | 120 | 38,400 |
| Máquina 1 | 15L | 210 | | 210 | 420 | 38 | 95 | 39,789 |
| Máquina 1 | 18L | 250 | | 250 | 500 | 41 | 88 | 43,902 |
| Máquina 1 | 20L | 270 | | 270 | 540 | 45 | 80 | 43,200 |
| Máquina 1 | 25L | 320 | | 320 | 640 | 52 | 69 | 44,308 |
| Máquina 1 | 30L | 380 | | 380 | 760 | 60 | 60 | 45,600 |
| Máquina 2 | 8L | 120 | | 120 | 240 | 30 | 120 | 28,800 |
| Máquina 2 | 12L | 160 | | 160 | 320 | 34 | 106 | 33,882 |
| Máquina 3 | 1L | 27 | | 27 | 54 | 20 | 180 | 9,720 |
| Máquina 3 | 4L | 70 | | 70 | 140 | 28 | 129 | 18,000 |
| Máquina 4 | 5L e 5L | 88 | 88 | 176 | 352 | 29 | 124 | 43,697 |
| Máquina 4 | 4L e 4L | 70 | 70 | 140 | 280 | 29 | 124 | 34,759 |
| Máquina 4 | 5L e 4L | 88 | 70 | 158 | 316 | 29 | 124 | 39,228 |

Fonte: Autoria Própria (2018)

A Tabela 2 mostra os tamanhos de moldes de vasos que podem ser alocados em cada sopradora. A Máquina 1 (M1) é a sopradora 1, a Máquina 2 (M2) é a sopradora 2 e assim por diante. Nota-se que nem todos os tipos de vasos podem ser alocados em cada sopradora, isso varia de sopradora para sopradora, a M1 por exemplo aceita de 12L até 30L. A M4 é uma sopradora de mesa dupla, ou seja, ela produz dois modelos ao mesmo tempo, e aceita moldes de tamanho 4L e 5L. Os tipos de vasos variam não só pelo seu tamanho e volume, mas também pelo peso em gramas. Dessa forma é possível determinar a quantidade de material de saída em cada máquina no tempo de ciclo para um determinado tamanho de vaso. A M1 quando produz vasos de 12L por exemplo, tem um tempo de ciclo de 30 segundos, sabendo

que o peso de cada vaso de 12L é de 160 gramas e que em cada ciclo o molde produz dois vasos, a cada 30 segundos 320 gramas de material saem do processo. Já no caso da M2 quando produz vasos de 12L tem um tempo de ciclo maior, 34 segundos. Nessa situação de produção de vasos de 12L a M1 tem maior capacidade que a M2, pois ela produz mais em um menor tempo. Isso pode ser visto pela produção em gramas de cada máquina por hora em cada tipo de situação.

Tabela 3 - Mix de capacidade máxima de produção no turno diurno

| Máquina | Tipo | Mesa 1 | Mesa 2 | Peso de saída para cada vaso (g) | Peso em gramas de saída por ciclo | Tempo de ciclo (seg) | Ciclos completos por hora | Capacidade produtiva hora (kg) |
|-----------|---------|--------|--------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Máquina 1 | 30L | 380 | | 380 | 760 | 60 | 30 | 45,600 |
| Máquina 2 | 12L | 160 | | 160 | 320 | 35 | 106 | 33,882 |
| Máquina 3 | 4L | 70 | | 70 | 140 | 28 | 129 | 18,000 |
| Máquina 4 | 4L e 5L | 70 | 88 | 158 | 316 | 29 | 124 | 39,228 |
| | | | | | | | Total processado em 1 hora = | 136,720 kg |

Fonte: Aatoria Própria (2018)

A Tabela 3 mostra o tipo de vaso alocado que demanda mais gramas de material por hora, ou seja, sabe-se assim que por hora nesse *mix* de produção no turno diurno exige 136,720 kg de material granulado por hora, e em um turno de 9 horas de produção efetiva temos aproximadamente 1230 kg de demanda de material granulado.

Tabela 4 - Mix de capacidade máxima de produção no turno noite

| Máquina | Tipo | Mesa 1 | Mesa 2 | Peso de saída para cada vaso (g) | Peso em gramas de saída por ciclo | Tempo de ciclo (seg) | Ciclos completos por hora | Capacidade produtiva hora (kg) |
|---------|------|--------|--------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
|---------|------|--------|--------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|

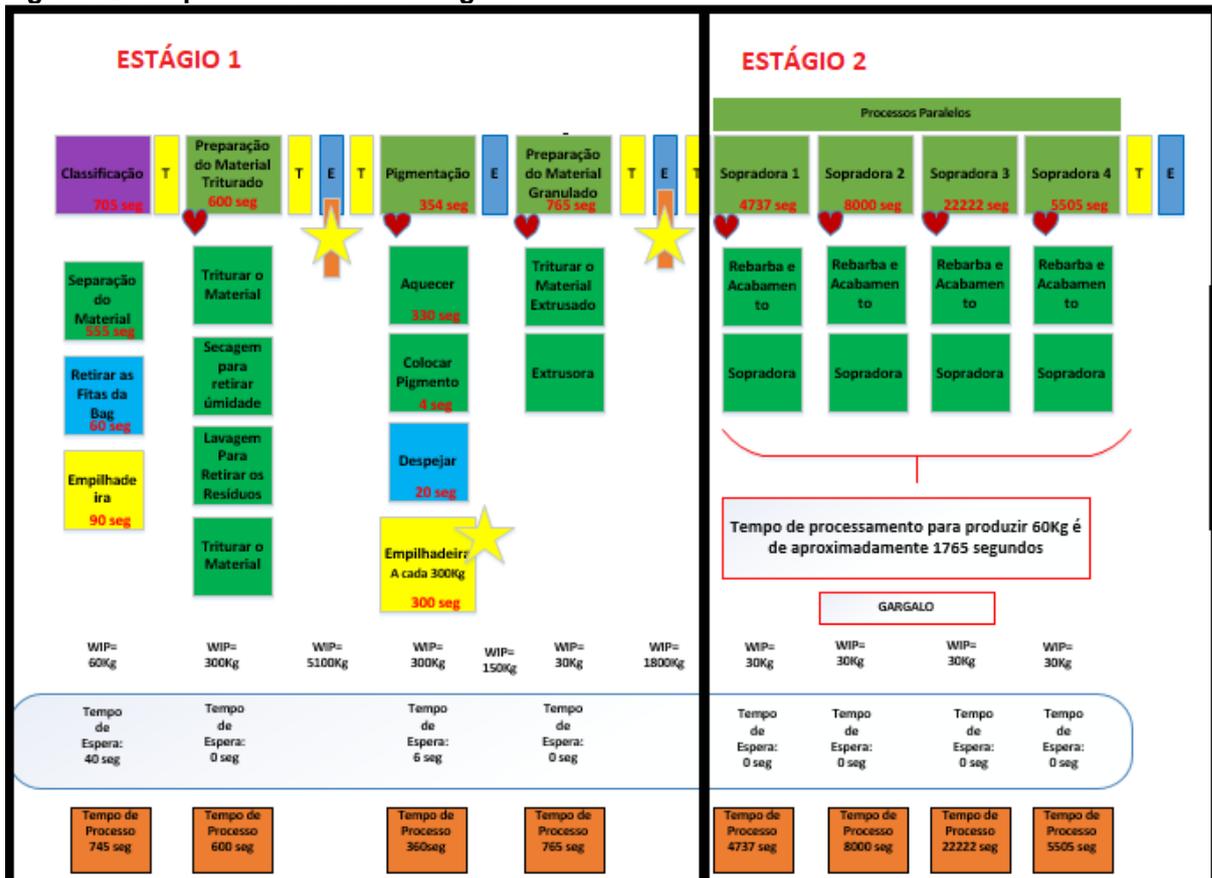
| | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----------------|
| Máquina 1 | 30L | 380 | 380 | 760 | 60 | 30 | 45,600 |
| Máquina 2 | 12L | 160 | 160 | 320 | 35 | 106 | 33,882 |
| Máquina 3 | 4L | 70 | 70 | 140 | 28 | 129 | 18,000 |
| Máquina 4 | | | | | | | |
| Total processado em 1 hora = | | | | | | | 97,48 kg |

Fonte: Aatoria Própria (2018)

Da mesma forma que anteriormente a Tabela 4 mostra o turno da noite, como a máquina 4 não produz a demanda de material em quilogramas exigida para um turno de 8 horas é de aproximadamente 780 kg.

Partindo dessa análise, sabe-se que o máximo de material granulado que as sopradoras demandam é de aproximadamente 2010 kg, o qual é a soma dos dois turnos. Portanto, para sexta-feira, dia em que não há produção de material por causa da manutenção e limpeza dos equipamentos, é requerido um acúmulo de estoque de material granulado no decorrer da semana superior a 2010 kg.

Figura 12 - Mapa Atual em dois estágios



Fonte: Autoria Própria (2017)

Separando-se a produção em dois estágios como mostra a Figura 12, sendo o estágio 1 como a produção de material que abastece as sopradoras e o estágio 2 sendo a produção de vasos, o estágio 2 é o processo puxador que demanda material. Nota-se, portanto, que o gargalo da produção de material granulado no estágio 1 está no processo de granulação (maior tempo de processamento). Assim, a taxa de saída de produção de material é de 4,7 kg por minuto, isso equivale aproximadamente a uma produção de 2538 kg material por dia. Tomando-se como base a situação atual verificada na Tabela 1, sabe-se que a média de consumo de material pelas sopradoras é de 1874 kg de material, ou seja ocorre um acúmulo de estoque de material granulado de 664 kg ao dia de material aproximadamente, isso equivale a um acúmulo de uma média de 2600 kg de material no decorrer da semana (quatro dias), estoque suficiente para atender, com segurança, as sopradoras no dia de sexta-feira, que será de no máximo 2010 kg como citado anteriormente. Os valores calculados são uma aproximação usando o máximo de aproveitamento de utilização das máquinas,

considerando que não ocorreu nenhum imprevisto durante a semana de produção. O estoque pode variar por paradas de manutenção corretiva (troca de facas do moinho), pela parada para troca de moldes, também pelo *mix* de moldes alocados nas sopradoras, os quais podem consumir mais material em menor tempo, sendo que o valor de 2600 kg pode variar.

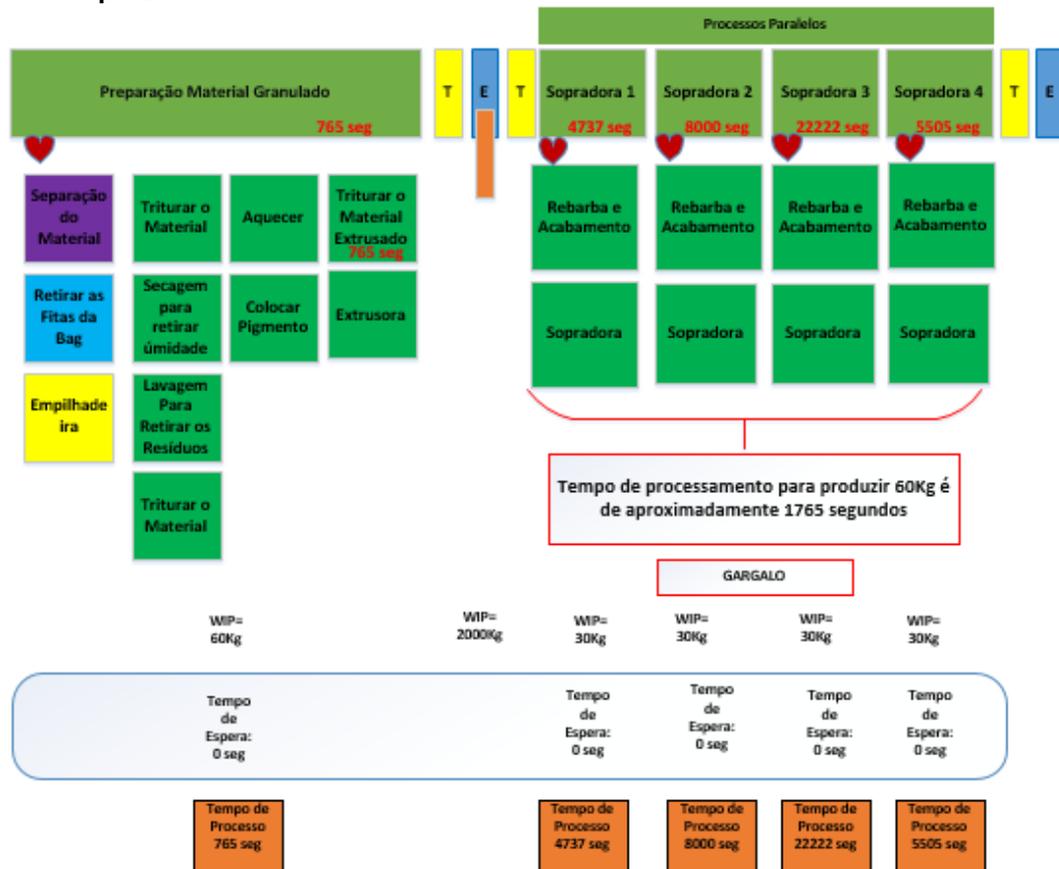
Em conclusão a essa análise, o setor de produção de material para abastecer as sopradoras não se encontra em superprodução. Também foi possível certificar-se do pulmão necessário para sexta feira, se houvesse alguma evidência de superprodução de material seria mais um ponto em a ser melhorado. Certificou-se também, que é possível realizar a eliminação do estoque antes do mesclador (pigmentação) e acumulá-lo após o granulador durante a semana com uma margem de segurança. O mapa futuro com o estado de estoque alterado será descrito na próxima seção.

4.3.5 Proposta de Melhoria (Mapa Futuro)

As propostas de melhorias seguem uma sequência de prioridades estabelecidas e baseadas em conceitos de produção enxuta. A produção enxuta tem como base mudanças que exijam pouco ou nenhum investimento. Em um primeiro momento destaca-se os problemas produtivos que tem como propostas de ações de melhorias mais simples e plausíveis de serem realizadas à situação encontrada.

O mapa do estado futuro é uma meta a ser alcançada, à medida que esse é alcançado é possível traçar outras metas e objetivos de melhorias, desenvolvendo um outro estado futuro e assim por diante, em busca de um estado “ideal”. A ideia é criar uma filosofia enxuta de melhoria contínua. Portanto, pequenas mudanças condicionam a empresa a buscar novas melhorias em uma visão enxuta. A proposta de melhoria é demonstrada pelo mapa de estado futuro (Figura 13).

Figura 13 – Mapa Estado Futuro



Fonte: Autoria Própria (2017)

O objetivo é eliminar o estoque entre o material triturado e o mesclador, buscando trazer um fluxo contínuo entre os processos. Da mesma forma colocar a linha de produção de material granulado no mesmo ritmo do gargalo, assim é possível eliminar as inconsistências de nivelamento, buscando o mesmo ritmo de produção nos processos. Outro benefício da eliminação do estoque dos sacos de 300 kg é que não haverá mais transporte pela empilhadeira, o material triturado pode ser diretamente despejado no mesclador. Eliminando, assim, um esforço desnecessário.

Além disso o mapa atual mostra um estoque de 5100 kg, equivalente a 17 sacos de 300 kg, esse estoque não é justificável pelo pulmão de sexta feira, pois como foi mostrado anteriormente, o pulmão deve ser em torno de 2600kg. Esse acúmulo superior é dispensável, o que acontece é que não se há um controle de dados para certificar-se do tamanho do pulmão, esse controle é feito de forma empírica, trazendo muitas vezes situações onde haviam 17 sacos estocados.

Os benefícios da proposta são a desaceleração dos outros processos:

classificação, preparação de material triturado e pigmentação, nivelando o ritmo de produção. Também, pela eliminação de parte do estoque e eliminação de operações de transporte da empilhadeira e despejo de material.

Outras possíveis melhorias identificadas:

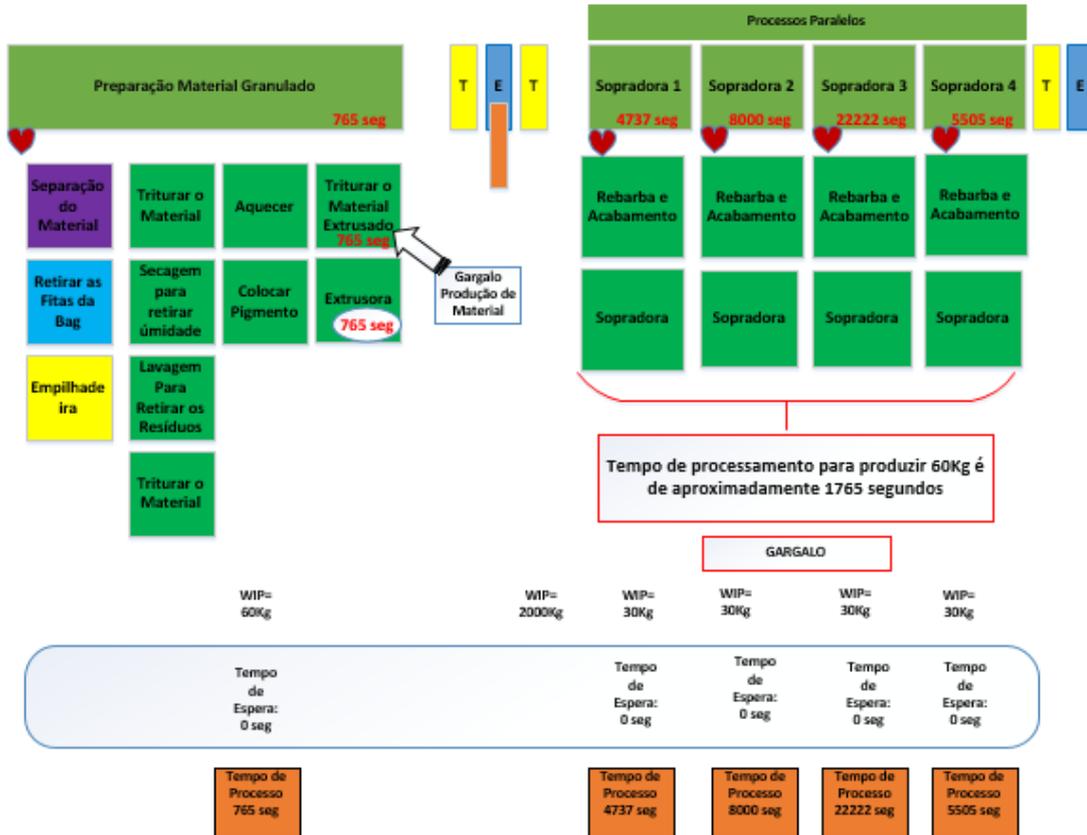
A partir da melhoria de eliminação de estoque descrita anteriormente, metas futuras podem ser traçadas em busca de uma melhoria contínua. Segue em sequência alguns pontos importantes a serem destacados, assim como sugestões para atingi-los. Os itens serão descritos separadamente.

1. Melhoria no gargalo de produção de material granulado
2. Adaptação no setor de classificação
3. Aquisição de uma estufa de controle de umidade

Os três pontos de melhorias em destaque, condicionam a empresa a obter uma visão mais enxuta da sua linha produtiva. Devem ser interpretados como metas, sendo dependentes um do outro para o resultado final. Novas metas devem surgir no decorrer do desenvolvimento dessas melhorias, o importante é sempre manter uma filosofia de melhoria contínua, o resultado ideal dependerá de uma série de adaptações que o antecedem.

1. Melhoria no gargalo de produção de material granulado

Figura 14 - Mapa do Estado Futuro indicando o gargalo na produção de material



Fonte: Autoria Própria (2017)

A Figura 14 mostra o mapa já em estado de fluxo contínuo na produção de material como proposto na seção anterior, o gargalo da produção está na operação de trituração na máquina de granulação, essa tem um tempo de processamento de aproximadamente 765 segundos para processar 60 kg de material.

Descrição: Sabe-se que o gargalo da produção de material encontra-se na operação de trituração (granulador) após a extrusão. A extrusora opera em aproximadamente 58% da sua capacidade máxima, isso equivale a 280 kg/h ou 765 segundos para processar 60 kg de material. Isso ocorre propositalmente com o objetivo de nivelar a capacidade de produção com a operação de trituração (granulador) que tem um tempo de processamento mais lento. O objetivo dessa proposta de melhoria é aumentar a capacidade de produção da extrusora, para isso é

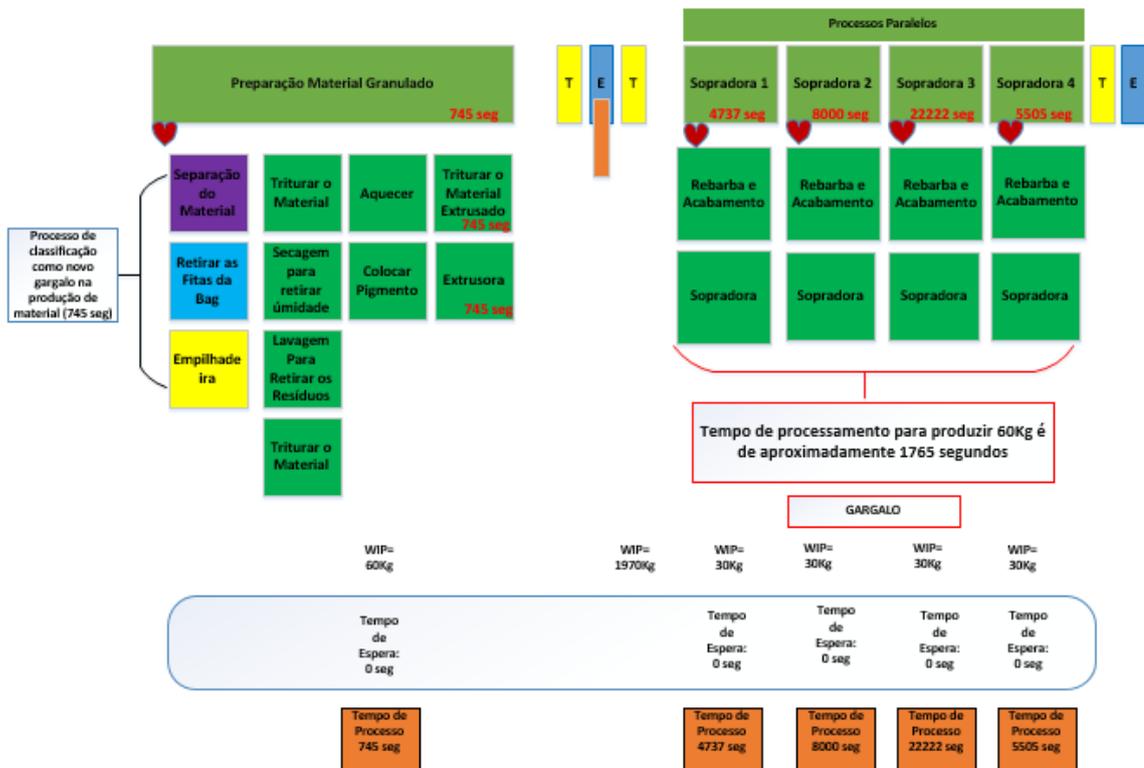
necessário aumentar a capacidade no processo de trituração (granulador).

Como: Para aumentar a capacidade do processo de trituração seria necessário a aquisição de um granulador com uma maior capacidade de processamento de material.

Porquê: Isso eleva a capacidade de produção de material granulado. Essa é a primeira proposta de melhoria dessa sequência, que tem como objetivo adaptar a produção de material granulado ao um nível que possibilite “atacar” o gargalo do sistema produtivo de produção de vasos, buscando a melhoria no poder de resposta da linha para demanda de vasos em um menor prazo.

Resultado esperado: Faz com que o gargalo de produção de material migre para outra operação, essa operação seria a separação do material de entrada no sistema. Na sugestão de melhoria seguinte trata-se do novo gargalo gerado.

Figura 15 - Mapa melhoria no gargalo na produção de material



Fonte: Autoria Própria (2017)

2. Adaptação no setor de classificação

A melhoria na operação de trituração (granulador) gera um novo gargalo. O processo de classificação tem três etapas de operação, o tempo de processamento da classificação é de 745 segundos para se processar 60 kg de material. O Mapa do Estado Atual demonstra os tempos de cada operação sendo a separação com 555 segundos, retirar as fitas com 60 segundos e o transporte da empilhadeira de 90 segundos, há ainda um tempo de espera de 40 segundos totalizando na soma dessas operações 745 segundos.

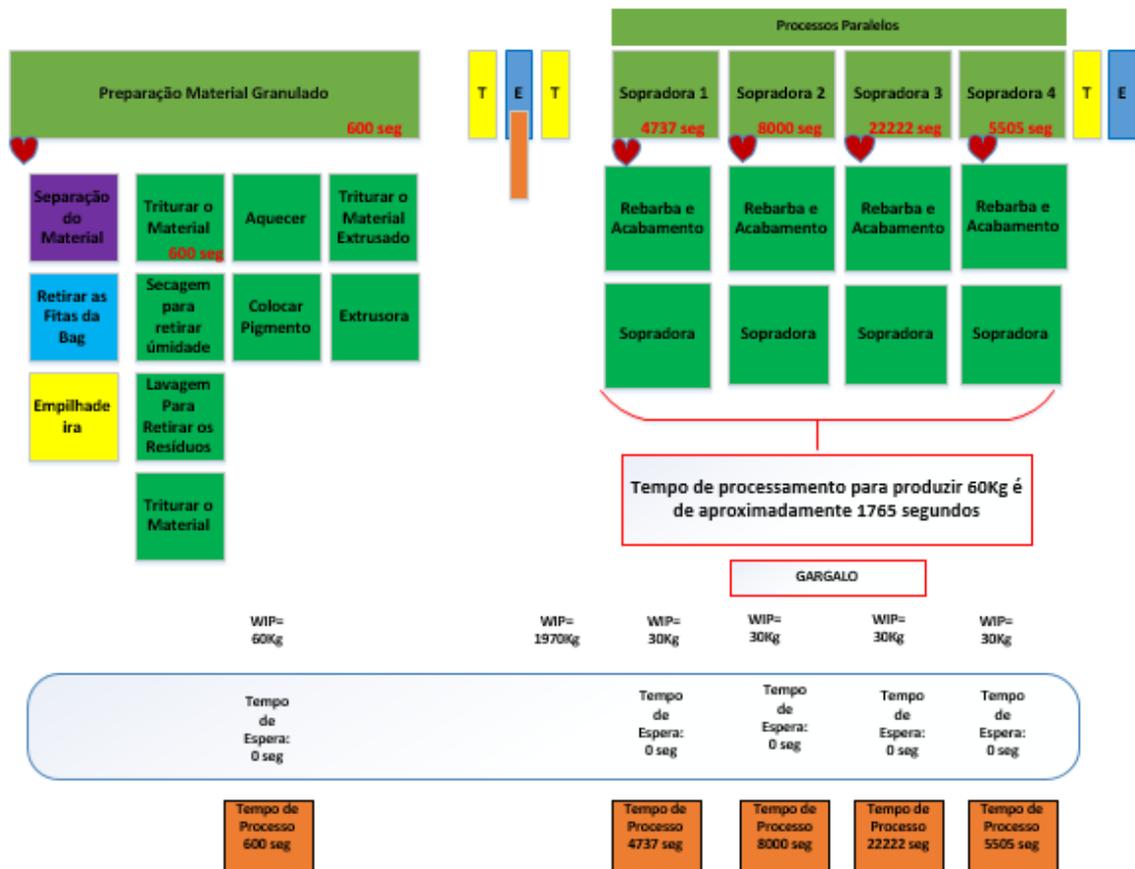
Descrição: Supostamente com um novo gargalo gerado na produção de material granulado sendo esse a separação do material de entrada no sistema. A separação de material pode ser colocada no mesmo ritmo de processamento da capacidade máxima dos moinhos que é igual a 360 kg/h ou como mostra no mapa atual 60 kg em 600 segundos. Portanto, todos os processos de operação na produção de material granulado poderiam ser colocados em uma mesma capacidade de produção de 360 kg/h.

Como: Alocar, para a separação, o funcionário da empilhadeira de transporte dos sacos de 300 kg os quais supostamente não existem mais após a adaptação de fluxo contínuo na produção de material e eliminação do estoque. Uma pessoa a mais no processo aumentaria a taxa de separação, colocando o processo de classificação em um tempo de processamento mais acelerado. A separação, no seu estado atual, como já visto anteriormente é feita por dois funcionários e tem um tempo de processamento de 555 segundos.

Porquê: Esse seria o novo ritmo do fluxo contínuo de produção de material granulado, uma produção de 360 kg/h.

Resultado esperado: A capacidade produtiva de produção de material passaria de 282 kg por hora para 360 kg por hora. Com um ganho de aproximadamente 78 kg por hora, diminuiria o tempo de utilização das máquinas em cerca de 20 % para se produzir a mesma quantidade necessária para as sopradoras, isso equivale a 2 horas de produção por dia ou 8 horas por semana. Possibilitaria melhorar o controle de manutenção dos moinhos em horários de não funcionamento das máquinas.

Figura 16 - Novo mapa do Estado Futuro



Fonte: Autoria Própria (2017)

A Figura 16 acima mostra o novo ritmo de produção de material que é igual a 600 segundos para se produzir 60 kg de material granulado.

3. Aquisição de uma estufa para controle de umidade

Descrição: Como já foi citado anteriormente, o material polímero PEAD, após receber a pigmentação de negro de fumo se torna um material sensível a umidade. A umidade pode comprometer a qualidade do produto final quanto a sua resistência. Também, se não processados em um curto prazo pelas sopradoras, podem ocorrer bolhas e aspereza superficial. Objetivando uma melhoria em relação a qualidade e eliminação de qualquer tipo de desperdício, seja esse um descarte ou retrabalho do produto, uma busca de otimização do controle do material entregue é um ponto importante na linha produtiva.

Como: Aquisição de uma estufa de controle de umidade para armazenagem no estoque de material granulado, adaptação da estufa para separação do material por um peso ideal (densidade adequada) e com abastecimento direto para sopradoras, eliminando um transporte.

Porquê: com uma estufa de controle de umidade possibilita uma menor variabilidade do material processado, permite um controle de pesagem mais preciso (densidade do material granulado), melhorias no controle de entrada do sistema quanto a densidade do material, também possibilita desenvolver uma análise de controle estatístico do processo.

Resultado esperado: resultados mais precisos quanto ao controle da mistura de materiais de maior e menor densidade, menor taxa de descarte de vasos finais por qualidade inadequada, padronização da qualidade, controle estatístico do processo.

Considerando todos os aspectos de melhorias propostos, entende-se que esses fazem parte de uma melhoria contínua que condicionam o sistema produtivo para que a empresa mantenha uma filosofia mais enxuta. Essas mudanças podem auxiliar a empresa a buscar novos objetivos de melhorias com uma visão enxuta do sistema de produção, investimentos em eficiência no nível de resposta a picos de demanda, um maior controle nos níveis de estoque de produtos finais.

4.3.6 Análise comparativa entre a literatura e o estudo de caso

O Quadro 7 mostra a comparativa entre o que foi visto na literatura a respeito do *Lean* em empresas de pequeno porte e o estudo de caso realizado na empresa RDK. Tem como intuito verificar na prática se o *Lean* é viável nestas pequenas empresas e como pode ocorrer a sua implementação através de sugestões de melhorias. A importância da pesquisa antes de realizar o estudo é essencial, pois nos fornece a base necessária para entender o processo e a abordagem do *Lean*. O método escolhido foi o *Shingo-Style*, pois foi o que mais se alinhou com o objetivo do estudo de caso, por se tratar de um método dinâmico, simples, objetivo e que permite uma fácil visualização do processo produtivo e suas etapas.

Quadro 7 - Comparativo Literatura e Estudo de Caso

| | LITERATURA | ESTUDO DE CASO |
|-----------------|---|---|
| ABORDAGEM GERAL | Na literatura, a abordagem geral analisa de uma forma abrangente como o <i>Lean</i> pode ser utilizado em pequenas empresas, devido aos recursos financeiros e humanos limitados. Essa abordagem geral reflete um estudo, um reconhecimento do uso do <i>Lean</i> e suas ferramentas nas empresas de pequeno porte. | No estudo de caso realizado, foi verificado as barreiras para a implementação do <i>Lean</i> em empresas pequenas e nas quais já são enxutas. Não é fácil implementar o <i>Lean</i> em uma empresa que possui custo baixo, poucos funcionários e demanda sazonal. |
| APLICAÇÃO | O <i>Lean</i> tem benefícios comprovados quando implementado em empresas grandes. Porém, a aplicação em empresas de menor porte ainda é estudada e questionada na literatura. Os autores abordam a importância do <i>Lean</i> na parte sustentável e também na cultura organizacional. | Através do estudo de caso realizado, serão feitas sugestões de melhorias baseado na filosofia <i>Lean</i> , para que possa ser aplicado em um futuro próximo, mesmo com todas as dificuldades e barreiras enfrentadas. |
| DIFICULDADES | As dificuldades de implementar o <i>Lean</i> em empresas de pequeno porte são muitas, independentemente do tipo de indústria, pois trata-se de um mercado muito competitivo, que está sempre brigando para sobreviver no mercado. Definitivamente, é um desafio. | Verificou-se no estudo de caso que realmente existem barreiras e dificuldades para implementar o <i>Lean</i> em pequenas empresas. O <i>Lean</i> é viável em alguns casos. |
| MÉTODOS | O MFV (Mapeamento de Fluxo de Valor) é o método mais evidenciado para mapeamento de processos. | No estudo de caso, foi utilizado o método <i>Shingo-Style</i> , pois mesmo não sendo o mais evidenciado pela literatura, mostrou ser adequado para o estudo na empresa, apresentando uma fácil visualização dos processos e de um cenário futuro. |

Fonte: Autoria Própria (2018)

Após essa comparação, considera-se que uma das maiores dificuldades encontradas no estudo de caso foi a aplicação limitada. Pois a demanda de vasos para plantas é sazonal, ou seja, existe um pico de demanda entre os meses de Novembro e Fevereiro, e durante os outros meses, a demanda é menor, dificultando a redução do estoque. Se fosse feito exatamente como a literatura sugere (produção sem formar estoque), sem adequar ao contexto do negócio, a empresa perderia clientes, pois durante os meses em que a demanda fosse mais alta, a empresa não conseguiria atender todos os clientes, pois não teria produto suficiente para entregar e conseqüentemente, perderia força no mercado.

Notou-se que a estratégia *Make to Stock* (MTS) vem dando certo, sendo um diferencial competitivo. Isso gera uma barreira de implementação de um sistema de produção *Make to Order* (MTO), sugestivo pelos conceitos *Lean*. Caso a estratégia de

MTO fosse implementada, a ociosidade das máquinas em período de baixa demanda deveria ser suprida por outra linha de produtos.

Em outras áreas que contenham outros produtos, com uma demanda constante, o *Lean* deve encontrar menos barreiras na sua aplicação. Outra dificuldade foi que a empresa possui um alto conhecimento empírico, ou seja, devido ao tempo de prática e experiência, o processo produtivo ocorre sem se basear em dados concretos para a produção de vasos. Mesmo assim, devido ao conhecimento empírico da empresa, o processo atual é enxuto. Porém, nota-se a falta de um controle de dados da produção, como por exemplo, o tempo de processamento, o tamanho do “pulmão”, etc.

Portanto, o mapeamento do processo produtivo serve como um auxílio para a análise e o registro desses dados e informações. Outro benefício do mapeamento feito é inicialmente uma forma de identificar possíveis pontos de melhoria.

O fato da demanda ser sazonal, de o conhecimento ser mais empírico do que científico, das necessidades imediatas do mercado e das dificuldades em encontrar novos produtos são as grandes barreiras e dificuldades para a aplicação e a viabilidade do *Lean* na empresa estudada.

5 CONCLUSÕES

Em conclusão, com ênfase em ganhar competitividade no mercado, as empresas de pequeno porte necessitam aprimorar a visão enxuta do sistema produtivo. A aplicação de conceitos enxutos visa melhorias significativas quanto aos desperdícios de produção. O pensamento enxuto é difícil de ser aplicado por se tratar de uma mudança de comportamento que deve perdurar e não apenas feito como aplicações pontuais. Mudanças sempre serão uma barreira e requer o comprometimento de todos da organização.

A aplicação de ferramentas voltadas a conceitos enxutos como a de mapeamento de processos produtivos, são apenas um início dessa mudança. O método aplicado nesse estudo proporcionou a empresa a ter uma visão ampla do sistema produtivo e mostrou-se efetivo na análise de diagnóstico de problemas produtivos, destacando pontos de melhorias.

As propostas de melhorias visam proporcionar uma condição que leve à busca de novos parâmetros de melhorias ao longo prazo. A empresa apresenta um estoque elevado de produtos acabados que se caracteriza como um grande desperdício baseado nos conceitos de produção enxuta, porém a restrição do tipo de negócio, levando em consideração a demanda sazonal dificultam a redução desse estoque final. O problema é visível, porém difícil de ser contornado sem uma base de melhorias que previamente venha proporcionar essa condição para uma visão mais enxuta no atendimento da demanda mesmo em picos sazonais. O método de diagnóstico deu a empresa uma visão ampla das metas a serem alcançadas para sanar pontos cruciais de desperdícios, talvez pontos não tão significativos no curto prazo, mas que condicionam a melhoria contínua, implementando uma filosofia enxuta a ser seguida ao longo do tempo.

Além disso, outros benefícios do mapeamento dos processos foram notáveis no decorrer do estudo, a empresa não tinha uma gestão documentada desses processos, os dados não eram documentados, havia apenas um conhecimento empírico do processo produtivo, o mapa é uma forma de análise do fluxo de material da produção com outras diversas informações como tempos de ciclos, cálculo de estoque, taxas de saída e gargalos. Um formato didático e simplificado que auxilia nas tomadas de decisões e facilitam o entendimento do processo produtivo para todos na organização.

Algumas dificuldades podem ser destacadas no estudo da aplicação do método proposto, a primeira delas foi a mensuração da unidade de medida do sistema, como trata-se de uma produção de material granulado em um primeiro setor, o qual é a matéria prima que abastece as sopradoras, trata-se de unidades de medidas distintas, uma feita pela vazão do material em quilogramas e a outra em unidades de vasos prontos. Como as unidades de vasos tem um peso em gramas foi possível padronizar uma unidade para o sistema produtivo para aplicação do método, porém enfrentando dificuldades na mensuração exata de material entre os processos, principalmente no tanque de lavagem onde o material fica em processo. A outra barreira, não tão relevante para obter o resultado final desse estudo, mas houve falta de acesso a informações de demanda (não foi fornecido pela empresa) onde poderia ter sido feito um estudo mais aprofundado de atendimento de demanda e analisar as demandas sazonais a procura de uma melhoria que viesse a auxiliar nessa questão em específico com dados mais precisos. O estudo baseou-se no conhecimento da demanda sazonal, do estoque gerado ao longo do ano para anteder esses picos de demanda, da dificuldade que a empresa tem em anteder as flutuações em curto prazo, porém sem dados para traçar metas mais precisas como até que ponto poderíamos reduzir o estoque final e mesmo assim poder atender uma flutuação não esperada de demanda de tipos (tamanhos) de vasos específicos com a implementação das melhorias.

Outra questão foi a aplicação limitada do *Lean*. A empresa segue uma estratégia *Make to Stock* (MTS). Se fosse feito conforme a literatura sugere, evitando a superprodução e estoques, sem se adequar ao contexto do negócio, a empresa perderia clientes, pois em meses de demanda mais alta não poderia atender essa demanda rapidamente, a pronta entrega, perdendo força no mercado.

Os conceitos de *Lean* sugerem um sistema produtivo *Make to Order* (MTO), ou seja, produzir de acordo com sua demanda. Porém, na conjuntura do negócio, no que se refere ao estudo de caso, concluiu-se que essa não seria a melhor abordagem. Além disso, a estratégia *Make to Order* (MTO) levaria a ociosidade das máquinas em períodos de baixa demanda, a qual deveria ser suprida por outra linha de produtos. Devido ao baixo custo da matéria prima, justifica-se a formação de estoques de produto acabado em função do custo de oportunidade pela sazonalidade desse mercado de vasos para plantas.

Apesar das barreiras impostas pelas restrições, o mapeamento dos processos

foi relevante na identificação de desperdícios relacionado aos conceitos de produção enxuta, sendo possível diagnosticar o processo. Além disso, o mapeamento dos processos foi importante para gestão documentada de processos, fornecendo uma análise do fluxo de material com outras diversas informações como tempos de ciclos, cálculo de estoque, taxas de saída e gargalos. Dados que promovem um melhor entendimento do processo produtivo, auxiliando em tomadas de decisões.

Por fim, a aplicação do mapeamento *Shingo-Style* demonstrou-se intuitiva e de fácil aplicação ao estudo de caso. As análises, o diagnóstico e a identificação de oportunidades de melhorias foram assertivas. Recomenda-se, portanto, a condução de mais pesquisas adotando-se o mapeamento *Shingo-Style* como alternativa ao método mapa fluxo de valor para diagnóstico de conceitos de produção enxuta (*Lean*).

REFERÊNCIAS

ABREU, M. F.; ALVES, A.; MOREIRA, F. **Lean-green models for eco-efficient and sustainable production**. Energy, 2017.

AFONSO, H.; CABRITA, M. R. **Developing a Lean Supply Chain Performance Framework in a SME: A Perspective Based on the Balanced Scorecard**. Procedia Engineering, v. 131, p. 270-279, 2015.

ANJARD, R. Process mapping: a valuable tool for construction management and other professionals. **Facilities**, v. 16, n: 3, p. 79 - 81. 1998.

ANSAH, R. H.; SOROOSHIAN, S. **Effects of lean tools to control external environment risks of construction projects**. Sustainable Cities and Society. 2017, p. 348-356.

ANTOSZ, K.; STADNICKA, D. Lean Philosophy implementation in SMEs - Study results. **Procedia Engineering**, v. 182, p. 25-32, 2017.

ASNAN, R.; NORDIN, N.; OTHMAN S. N. **Managing change on Lean Implementation in Service Sector**. Procedia – Social and Behavioral Sciences, v. 211, p. 313-319, 2015.

AZADEH, A.; YAZDANPARAST, R.; ZADEH, S. A.; ZADEH, A. E. **Performance optimization of integrated resilience engineering and lean production principles**. Expert systems with applications, v. 84, p. 155-170, 2017.

BARDAL, M.; MALTACA, L. I.; MICHELASSE, D.B. **A implantação da produção enxuta nas pequenas empresas**. Revista eletrônica dos Cursos de Administração e Ciências Contábeis. n.3, 2010. Disponível em: <<http://www.opet.com.br/faculdade/revista-cc-adm/pdf/n3/A-IMPLANTACAO-DA-PRODUCAO-ENXUTA-NAS-PEQUENAS-EMPRESAS.pdf>>. Acesso em: 30 de Abril de 2017.

BONFANTE, M. C.; FERREIRA, J. C. E. **O mapeamento de fluxo de valor como método para se alcançar a manufatura sustentável: Revisão Bibliográfica Sistemática**. 2015.

BORTOLOTTI, T.; BOSCARI, S.; DANESE, P. **Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices**. International Journal of Production Economics, v. 160, p. 182-201, 2014.

BRAD, S.; MURAR, M.; BRAD, E. **Methodology for Lean Design of Disruptive Innovations**. Procedia CIRP, v. 50, p.153-159, 2016.

CARREIRA, B. **Lean Manufacturing That Works: Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits**. AMACOM – Book Division of American Management Association, 2005.

CHIOCHETTA, J. C; CASAGRANDE, L. F. **Mapeamento de fluxo de valor aplicado em uma pequena indústria de alimentos.** Associação Brasileira de Engenharia de Produção. 2007.

CLAUDINO, T. B.; SANTOS, S. M.; CABRAL, A. C. A.; PESSOA, M. N. M. **Fostering and limiting factors of innovation in Micro and Small Enterprises.** Revista de Administração e Inovação, 2017.

COLLETA, B. S.; ROTTA, I. S. **Os resultados e as dificuldades encontradas na implantação das ferramentas Lean Manufacturing em uma empresa de pequeno porte no setor de móveis.** Disponível em: <www.aprepro.org.br/conbrepro/2015/down.php?id=1546&q=1>. Acesso em: 30 de Abril de 2017.

CORTES, H.; DAABOUL, J.; DUIGOU, J.; EYNARD, B. **Strategic Lean Management: Integration of operational Performance Indicators for strategic Lean Management.** IFAC – PapersOnLine, v. 49, p. 65-70, 2016.

DOMBROWSKI, U.; EBENTREICH, D.; KRENKEL, P. **Impact Analyses of Lean Production Systems.** Procedia CIRP, v. 57, p. 607-612, 2016.

DORA, M.; KUMAR, M.; VAN GOUBERGEN, D.; MOLNAR, A.; GELLYNCK X. **Operational performance and critical success factors of lean manufacturing in European food processing SMEs.** Trends in Food Science & Technology, 2013, v. 31, p. 156-164.

ELIAS, S. J. B; OLIVEIRA, M. M.; TUBINO, D. F. **Mapeamento do fluxo de valor: um estudo de caso em uma indústria de gesso.** Revista ADMpg Gestão Estratégica. 2011, v.4, n.1.

FRANK, Z.; EFTAL, O.; ENGELBERT, W. **Lean and Proactive Liquidity Management for SMEs.** Procedia CIRP, v. 7, p. 604-609, 2013.

FU, X.; GUO, M.; ZHANWEN, N. **Applying the green embedded lean production model in developing countries: a case study of China.** Environmental Development, 2017.

GAA, P. **Creating And Using A Shingo-Style Process Map.** Rikai Publishing, 2015.

GEORGE, M. O. **The Lean Six Sigma Guide to Doing More with Less.** Incorporated, 2010.

GERLACH, G. **Proposta de melhoria de Layout visando a otimização do processo produtivo em uma empresa de pequeno porte.** Faculdade Horizontina; 2013.

HELLENO, A. L; ISAIAS DE MORAES, A. J; SIMON, A. T. **Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry.** Journal of Cleaner

Production. 2016, p. 405-416.

JEWALIKAR, A.; SHELKE, A. **Lean integrated management systems in MSME reasons, advantages and barriers on implementation.** Materials Today: Proceedings, v. 4, p. 1037-1044, 2016.

KACH, S. C.; OLIVEIRA, R. J.; VEIGA, L. R.; GALHARDI, A. C. **Mapeamento do Fluxo de Valor: Otimização do Processo Produtivo sob a ótica da Engenharia da Produção.** 2014.

KADAROVA, J.; DEMECKO, M. **New approaches in Lean Management.** Procedia Economics and Finance, v. 39, p. 11-16, 2016.

KEYSER, R. S.; SAWHNEY, R. S.; MARELLA, L. **A management framework for understanding change in a lean environment.** Tékhne, v. 14, p. 31-44. 2016.

KIRAN, D. R. **Lean Management.** Total Quality Management. 2017, p. 363-372.

KLOTZ, L. et al. The impact of process mapping on transparency. **International Journal of Productivity and Performance Management.** v. 57, n: 8, p. 623 - 636. 2008.

LASA, I.S; LABURU, C.O; VILA, RC. An evaluation of the value stream mapping tool. **Business Process Management Journal**, v. 14, n. 1, p. 39-52, 2008.

LEONETI, A.; NIRAZAWA, A.; OLIVEIRA, S. **Proposta de índice de sustentabilidade como instrumento de autoavaliação para micro e pequenas empresas.** REGE – Revista de Gestão, v. 23, p. 349-361, 2016.

LODGAARD, E.; INGVALDSEN, J.; GAMME, I.; ASCHEHOUG, S. **Barriers to Lean Implementation: Perceptions of Top Managers, Middle Managers and Workers.** Procedia CIRP, v. 57, p. 595-600, 2016.

MAIA, M. F.; BARBOSA, W. M. **Estudo da utilização da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) para eliminação dos desperdícios da produção.** Viçosa: UFV; 2006.

MARTINEZ, H.; JAVIER, C. **Towards Lean for sustainability: Understanding the interrelationships between lean and sustainability from a systems thinking perspective.** Journal of Cleaner Production, v. 142, p. 4384-4402, 2016.

MATT, D. T.; RAUCH, E. **Implementation of Lean Production in Small Sized Enterprises.** Procedia CIRP, v. 12, p. 420-425, 2013.

MOEUF, A.; TAMAYO S.; LAMOURI S.; PELLERIN R.; LELIEVRE A. Strengths and weaknesses of small and medium sized enterprises regarding the implementation of lean manufacturing. **IFAC- PapersOnLine**, v. 49, n.12, p. 71- 76, 2016.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** 1ª Edição, Porto alegre: Bookman Companhia, 1997.

OLIVEIRA, B. B. A.; KUBO, L. S. **Mapeamento do fluxo de valor e plano mestre de produção: estudo em uma empresa no mercado de polpa de frutas.** Ituiutaba: Universidade Federal de Uberlândia; 2016.

OLIVEIRA, U. R.; PAIVA, E. J.; ALMEIDA, D. A. Metodologia integrada para mapeamento de falhas: uma proposta de utilização conjunta do mapeamento de processos com as técnicas de FTA, FMEA e análise crítica de especialistas. **Revista Produção.** v. 20, n.1, p. 77-91, 2010.

OMOGBAI, O.; SALONITIS, K. **A Lean assessment tool based on systems dynamics.** Procedia CIRP, v. 50, p. 106-111, 2016.

PANTA, E. S; SILVA, N. A; ECKARDT, M; BARBOSA, J. A. **Mapeamento de fluxo de valor em uma empresa de confecção de uniformes: um estudo de caso.** Associação Brasileira de Engenharia de Produção. 2016.

PLETNEV, D.; BARKHATOV, V. **Business success of small and medium sized enterprises in Russia and social responsibility of managers.** Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2016, v. 221, p. 185-193.

PONTES, J.M.A.; FIGUEIREDO, O.C de. **Proposta de implantação da Filosofia Lean Manufacturing em uma confecção de pequeno porte através do mapeamento do fluxo de valor.** XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão & III INOVARSE, 2016. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_M_04.pdf>. Acesso em: 30 de Abril de 2017.

RDK. **Produtos.** Disponível em: < <http://www.rdk.ind.br/produtos.php>>. Acesso em: 20 abril. 2017.

RIBEIRO, F. F. **Mapeamento do fluxo de valor em uma empresa do setor químico.** Poços de Caldas: UNIFAL; 2015.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios. São Paulo: Lean Enterprise Institute, 2003.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to See:** Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. Lean Enterprise Institute, 1998.

SALIBA, B.T.; LIMA, E. T. E.. **Aplicação de conceitos Lean Seis Sigma para empresas de pequeno e médio porte.** Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2008/Trabalhos%20finais/TCC_019_2008.pdf>. Acesso em: 24 de Abril de 2017.

SALONITIS, K.; TSINOPOULOS, C. **Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector.** Procedia CIRP, v. 57, p. 189-194, 2016.

SAURIN, T. A; RIBEIRO, J. L. D; MARODIN, G. A. **Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta**

em empresas do Brasil e do exterior. Gest. Prod. Vol.17. no.4 São Carlos Out./Dez. 2010.

SEN, D.; OZTURK, M.; VAYVAY, O. **An overview of big data for growth in SMEs.** Procedia – Social and Behavioral Sciences, v. 235, p. 159-167, 2016.

SILVA, C. F.; ZILBOVICIUS, M.; PEDRO, M. S. F.; AZEVEDO, M. P.; POLO, E. **Lean Thinking nas EPP's (Empresas de pequeno porte) do segmento vestuário.** Disponível em: <<http://sistema.semead.com.br/11semead/resultado/trabalhosPDF/438.pdf>>. Acesso em: 30 de Abril de 2017.

SOLIMAN, F. Optimum level of process mapping and least cost business process re-engineering. **International Journal of Operations & Production Management.** v. 18, n: 9, p. 810 - 816. 1998.

TILLEMA, S.; VAN DER STEEN, M. **Co-existing concepts of management control: The containment of tensions due to the implementation of lean production.** Management Accounting Research, v. 27, p. 67-83. 2015.

URBAN, W. **The Lean Management Maturity Self-assessment Tool based on Organizational Culture Diagnosis.** Procedia – Social and Behavioral Sciences, v. 213, p. 728-733, 2015.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.** Simon & Schuster, 1996.

YANG, M. G.; HONG, P.; MODI, S. **Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms.** International Journal of Production Economics, v. 129, p. 251-261, 2011. Disponível em: <<http://www.techduto.com.br/pead/>>. Acesso em: 09 de Abril de 2018.

APÊNDICE A – Orientação para o diagnóstico mapa atual (*Shingo-Style*)

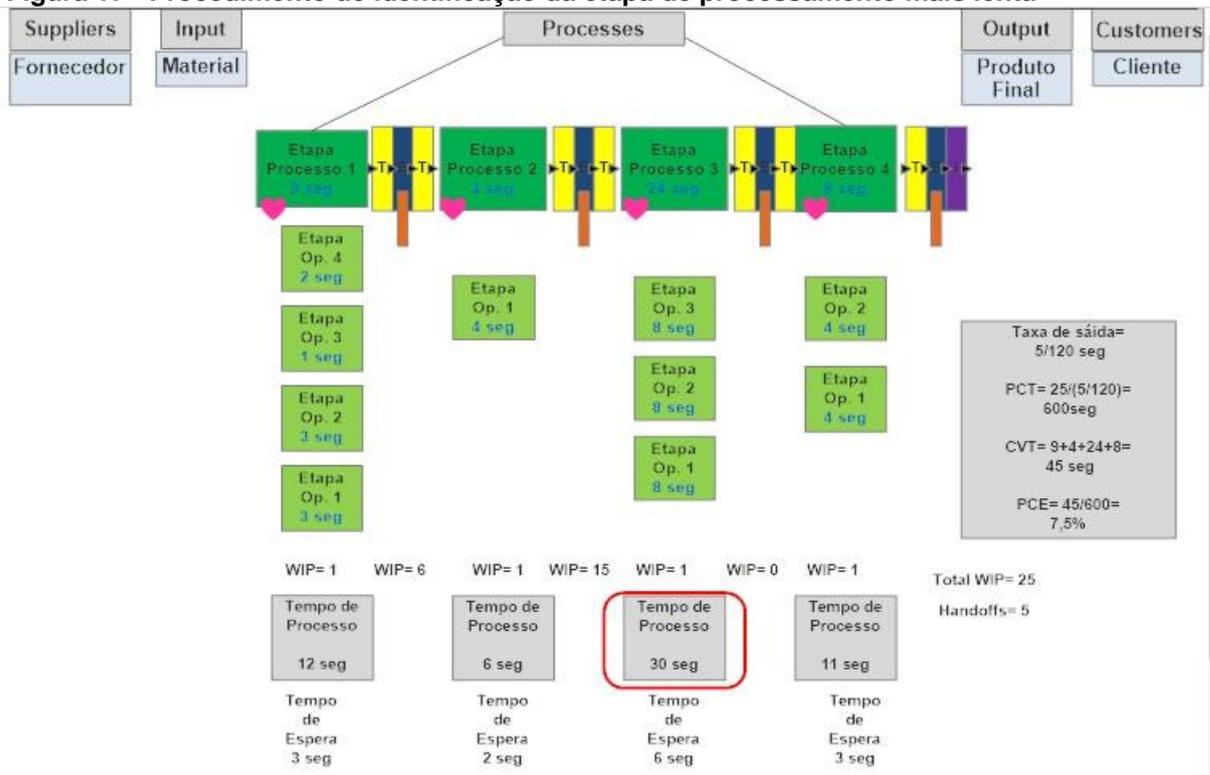
Orientação para o diagnóstico mapa atual (*Shingo-Style*)

O diagnóstico significa uma análise dos processos atuais para a identificação de problemas e oportunidades de melhorias. Peter Gaa (2015) indica oito procedimentos para analisar o mapa atual, são eles:

1. Identificação da etapa de processamento mais lenta

Por meio de uma análise simples, identifica-se e destaca-se o maior tempo de processamento entre as etapas (Figura 17).

Figura 17 - Procedimento de identificação da etapa de processamento mais lenta



Fonte: Adaptado de Peter Gaa (2015).

A Figura 17 mostra o SIPOC, com ênfase na etapa de processamento onde são apresentados os tempos de operações, de processo, de espera, etc.

2. Determinar o *takt time*

O *Takt Time* é definido como o ritmo de demanda, o *Takt Time* é um parâmetro de referência para determinar o ritmo de produção a ser atingida. Quando se produz em um ritmo maior que o necessário, ocorre uma superprodução que levam a estoques, os quais são caracterizados como desperdícios de produção. Por outro lado, quando se produz em um ritmo menor que o *Takt Time*, isso levará à atrasos de entrega. O ideal é balancear a produção ao ponto que se produza no mesmo ritmo do *Takt Time*. O *Takt Time* é determinado por uma análise de demanda do produto em um determinado tempo, isso pode ser verificado junto a direção responsável pelo controle de pedidos de demanda. Por exemplo se o consumidor demanda 5 produtos a cada 1 minuto, pode-se concluir que o *Takt Time* é de 12 seg/produto, ou seja, a frequência de saída de produtos finais da produção deve ser de 1 produto a cada 12 segundos (GAA, 2015).

3: Determinar “se a etapa de processamento mais lenta é uma restrição”

A restrição é o gargalo que restringe a velocidade de saída de produtos do sistema. Se o maior tempo de processamento for maior que o *Takt-Time*, isso caracteriza uma restrição, esse processo deve ser acelerado afim de atingir o valor do *Takt-Time*. No caso do tempo de processamento for menor que o *Takt-Time*, a fim de poupar recursos esse processo pode ser desacelerado, isso vai depender da situação analisada e dos objetivos de melhorias (GAA, 2015).

4. Identificar inconsistências e variações

Quando se analisa os processos mais a fundo, verifica-se que alguns tempos das etapas podem não ter uma consistência, isso significa que há uma variação entre esses tempos, essa variação pode ser pequena ou grande, dependendo do caso variações muito grandes entre os tempos de processo podem refletir em um problema. Isso vai depender do caso avaliado, algumas etapas tem uma maior carga de trabalho que outras e isso pode refletir na qualidade de trabalho e valor entregue ao consumidor. Portanto, nesse passo deve-se identificar pontos em que há uma grande variação de tempos entre as etapas ou onde há um acúmulo de trabalho em progresso maior perante aos outros processos. Assim, deve-se verificar se essas diferenças

(distribuição desigual) tem um impacto significativo no sistema de acordo com a situação analisada (GAA, 2015).

5. Identificar sobrecargas

Quando algumas etapas de processo ocorrem em uma maior carga de trabalho sobre o equipamento ou trabalhador indica uma sobrecarga pontual, essa sobrecarga é também chamada de *muri*. Portanto, se a soma do total das etapas de operações de um processo for maior que o *Takt Time* do sistema pode indicar um ponto de sobrecarga (GAA, 2015).

6. Identificar os desperdícios de produção

Existem sete principais desperdícios de produção que estão alinhados aos conceitos de *Lean*. Os desperdícios são: Superprodução, estoque, movimentação, transporte, processo demasiado, defeito e espera. Portanto, segundo o método *Shingo-Style*, deve-se destacar no mapa com a simbologia de estrela qualquer tipo de desperdício encontrado. O método *Shingo-Style* tem habilidade em identificar pontos de excesso de transporte ou estoque mais facilmente (GAA, 2015).

7. Identificação de defeitos no mapa

Identificar no mapa onde o defeito ocorre, destacar em qual etapa de operação esse defeito está ocorrendo. Se um consumidor informa um defeito no produto final, é importante relacionar esse defeito ocorrido com o ponto em que ele ocorre no mapa. O método *Shingo-Style* permite destacar exatamente em que etapa de operação ocorre esse defeito (GAA, 2015).

8. Conclusão do status dos processos atuais

Essa etapa consiste em uma revisão geral do mapa, dos dados coletados e métricas. Verificar como o tempo de processo está sendo utilizado e procurar quantificar o tempo em que atividades agregam valor ao cliente. Procurar oportunidades de melhorias a partir desse resumo de dados coletados (GAA, 2015).

APÊNDICE B – Orientação para diagnóstico mapa atual (Mapa Fluxo de Valor)

Orientação para diagnóstico mapa atual (Mapa Fluxo de Valor)

Rother e Shook (2003) dizem que para se conseguir um fluxo contínuo, com um *lead time* satisfatório, um fluxo mais enxuto e próximo ao ideal, é necessário várias etapas e mapas futuros, e deve-se então iniciar com princípios e práticas básicas conhecidas e ir modelando para os próprios fluxos de valor.

Segundo Rother e Shook (2003) é necessário procurar projetar o estado futuro focando na eliminação das causas raízes, fontes de desperdícios. A fonte de desperdícios mais relevante é o excesso de produção, pois ele leva a outros desperdícios, não só estoque, mas como dinheiro estocado nas peças, demanda espaço, pessoas e equipamentos para aquele estoque, também eleva o *lead time*, etc.

Carreira (2005) cita o impacto financeiro da produção em grandes lotes, quando se produz em lotes, a matéria prima adquirida para a produção fica em estoque, para então, passar pelo primeiro processo de fabricação, após o primeiro processo essa matéria prima fica em formato de lotes como estoque para o próximo processo e assim por diante até o lote de produtos acabados irem para estoque final e então para expedição. A questão é que houve um investimento financeiro para adquirir essa matéria prima e se ela de certa forma fica “presa” em lotes entre os processos não há retorno financeiro para esse investimento até que o produto final chegue nas mãos do cliente.

O objetivo principal do Mapa de Fluxo de Valor é trazer uma produção mais enxuta para aquele estado atual que está sendo analisado. Rother e Shook (2003) apresentam um guia de sete procedimentos, os quais determinam o que é necessário para que aquele processo produza de forma mais enxuta, que produza o necessário em um tempo certo. Os sete procedimentos são:

1. Produzir de acordo com o *takt time*

Rother e Shook (2003) definem o *takt time* como o ritmo que se deve produzir para se conseguir atender a demanda de forma satisfatória, parte da frequência em que os clientes demandam determinado produto. O *takt time* é calculado pela divisão do tempo de trabalho disponível por turno pela quantidade de produtos demandados

naquele turno.

2.Introduzir fluxo contínuo onde necessário

Fluxo contínuo é caracterizado por produzir peça a peça, ou seja, um item produzido é imediatamente passado para o próximo processo sem espera entre estes processos, a espera de material onde se acumularia estoques, deve ser eliminada (ROTHER; SHOOK, 2003).

Para isso é usado o gráfico de balanceamento de operador, que sintetiza os tempos de ciclo de todos os processos em particular. O objetivo desse gráfico é analisar os tempos de ciclo afim de balancear os tempos fiquem um pouco abaixo do *takt time* e nivelar de modo que os tempos sejam próximos uns aos outros. Para implementar esse fluxo contínuo e nivelar os tempos de processos vai depender do processo analisado. Segundo Rother e Shook (2003) o fluxo contínuo é um modo bastante eficiente de se produzir e a sua implementação vai depender de criatividade.

3.usar produção puxada onde não se aplica fluxo contínuo

Existem processos em que o fluxo contínuo não é possível ou não é viável. Processos onde tem tempos de ciclo extremamente curtos ou longos e que precisam ser alterados a fim de atender outras famílias de produtos; processos em que pela distância não é viável aplicar um fluxo contínuo; processos onde apresentam alto *lead time*. Nesses processos, deve-se implementar um sistema puxado e se trabalhar em lotes. O enfoque do sistema puxado é fornecer a informação do momento certo de produção para o processo anterior. Aplicação de *Kanbans* são meios de fornecer essas informações, há dois tipos de *kanbans*, o *kanban* de produção dispara a ordem de produção para o processo anterior e o *kanban* de retirada determina o momento em que deve ser feita transferência de material para o próximo processo (ROTHER; SHOOK, 2003).

4.Identificar o processo puxador

O processo puxador é o ponto em que vai definir o ritmo para os processos anteriores a ele. Portanto, a programação da produção deve ser destinada a esse

processo. O processo puxador geralmente está antes do primeiro processo de fluxo contínuo, ou seja, nenhum processo posterior ao processo puxador apresenta sistema puxado de produção, pois esses devem estar em fluxo até os produtos acabados (ROTHER; SHOOK, 2003).

5. Nivelar o *mix* de produção

Nivelar o *mix* de produção significa distribuir a produção de diferentes produtos de forma igualitária em pequenos lotes. Produzir um tipo de produto de uma só vez pode ocasionar problemas de excesso de estoque ou deficiência no atendimento de clientes de um outro produto. O nivelamento do *mix* de produção permite o atendimento de diferentes clientes de forma mais eficiente, pois dessa forma o tempo de fabricação de um determinado tipo de produto é reduzido (*lead time*). Por outro lado, isso exige uma troca (*setup*) rápida e eficiente para atender essa mudança de demanda de diferentes tipos de produtos entrando nos equipamentos e processos (ROTHER; SHOOK, 2003).

Uma forma de nivelar o *mix* de produção é introduzir um caixa de nivelamento de pedidos próxima a plataforma de expedição com *kanbans* mistos de acordo com os tipos de produtos a serem produzidos e a quantidade determinada pela gerência (ROTHER; SHOOK, 2003).

6. Nivelamento da carga de trabalho

O nivelamento de volume de produção entre os processos é importante, pois empresas que não tem um controle sobre a quantidade de trabalho acarreta a diversos problemas como: falta de controle sobre o *takt time*; um modo desregulado de volume de trabalho durante um tempo, que gera períodos de excesso de produção os quais levam a sobrecarga em equipamentos e funcionários; dificuldade de controle produtivo e de pedidos (ROTHER; SHOOK, 2003).

A retirada compassada é uma técnica para estabelecer um ritmo consistente de produção, a qual consiste na retirada simultânea de produtos acabados na mesma quantidade em que é disparada pela programação destinada ao processo puxador. Essa quantidade pode ser determinada pelo “pitch” que é baseado na quantidade de peças acabadas que cabe em um container ou uma fração dessa quantidade. Se por

exemplo um container carrega uma quantidade de 30 produtos acabados e o *takt time* é de 20 segundos seu *pitch* será de 10 minutos (20 seg x 30 produtos = 10 minutos). Portanto, a cada 10 minutos deve-se enviar uma ordem na quantidade de 30 produtos ao processo puxador e da mesma forma retirar-se 30 produtos acabados (ROTHER; SHOOK, 2003).

7.Habilidade em produzir “toda peça todo dia” (TPT)

O TPT é a frequência em que um processo realiza a troca para produção de um lote de um outro tipo de produto. O tamanho do lote inicial de cada processo é definido antes de determinar o tempo como turno, *pitch* ou *takt time*. O objetivo é produzir pequenos lotes em uma maior frequência. Para definir o TPT, deve-se determinar primeiramente o tempo disponível para setup, se a empresa trabalha em dois turnos de 8 horas, ou seja, 16 horas por dia e o processo consegue atender a demanda diária de pedidos em 14 horas (se considerarmos uma produção sem interrupções), o tempo disponível para setup é de 2 horas. Portanto, se o tempo de troca (*setup*) atual do processo é de 20 minutos, pode-se concluir que é permitido realizar 6 trocas por dia. A produção de lotes menores depende da redução de tempo de troca e da disponibilidade do equipamento (ROTHER; SHOOK, 2003)

APÊNDICE C - Comparação dos métodos *Shingo-Style* e Mapa de Fluxo de Valor

Comparação dos métodos *Shingo-Style* e Mapa de Fluxo de Valor

Foram estabelecidas algumas métricas, tais quais: tempo de ciclo (TC), tempo de troca (TR) ou Setup, número de operadores, tempo de trabalho disponível, tempo de operação, *takt time*, WIP, tempo total das etapas de operação, tempo de espera, taxa de saída, tempo de valor agregado e *lead time*. Dessa forma, é permitido estabelecer um comparativo entre os métodos e realizar algumas observações.

Quadro comparativo das métricas dos métodos *Shingo-Style* e Mapa de Fluxo de Valor:

Quadro 8 – Comparativo das métricas dos métodos *Shingo-Style* e MFV.

| Métricas | Mapa de Fluxo de Valor | <i>Shingo-Style</i> | Observações |
|------------------------------------|------------------------|---------------------|--|
| Tempo de Ciclo (TC) | ✓ | ✓ | Uso equivalente em ambos. Nomenclatura <i>Shingo-Style</i> : Tempo de processo |
| Tempo de Troca (TR) ou Setup | ✓ | ✓ | Uso similar. O método do mapa de fluxo de valor enfatiza o tempo de troca no diagnóstico e na decisão do tamanho dos lotes (TPT). O método <i>Shingo-Style</i> , indica o setup como uma etapa de operação caracterizada como atividade que não agrega valor. |
| Número de Operadores | ✓ | | O método <i>Shingo-Style</i> não enfatiza o número de operadores. |
| Tempo de Trabalho Disponível | ✓ | | O mapa de fluxo de valor indica o tempo do turno disponível para aquele processo, retirando os tempos de intervalos, reuniões, limpeza, etc. Esses tempos de intervalos, no método <i>Shingo-Style</i> , fazem parte das categorias das etapas de operação que compõem o tempo de espera |
| Tempo de Operação | ✓ | | Uso complementar. O método <i>Shingo-Style</i> não indica o tempo de operação, que é o tempo efetivo do uso da máquina em relação as horas do turno. |
| <i>Takt Time</i> | ✓ | ✓ | Uso equivalente em ambos. |
| WIP | ✓ | ✓ | Uso equivalente em ambos. |
| Tempo Total das Etapas de Operação | | ✓ | Uso complementar. O mapa de fluxo de valor não indica e categoriza as etapas de operação. |
| Tempo de Espera | | ✓ | Uso complementar. O mapa de fluxo de valor não indica diretamente o tempo de espera. |
| Taxa de Saída | | ✓ | Uso complementar. O método <i>Shingo-Style</i> enfatiza a taxa de saída como a real capacidade do processo e uma métrica comparativa ao <i>takt time</i> . |
| Tempo de Valor Agregado | ✓ | ✓ | Uso equivalente em ambos. |

| | | | |
|-----------|---|---|---------------------------|
| Lead Time | ✓ | ✓ | Uso equivalente em ambos. |
|-----------|---|---|---------------------------|

Fonte: Autoria própria (2017).

Cada método possui suas particularidades ao diagnosticar o processo produtivo, portanto, realizou-se um comparativo entre os diferentes procedimentos para a realização desse diagnóstico.

Quadro comparativo dos procedimentos de diagnóstico dos métodos *Shingo-Style* e Mapa de Fluxo de Valor:

Quadro 9– Comparativo dos procedimentos de diagnóstico dos métodos *Shingo-Style* e MFV.

| Procedimentos de Diagnóstico do Método do Mapa de Fluxo de Valor | Procedimentos de Diagnóstico do Método <i>Shingo-Style</i> | Observações |
|--|--|---|
| Produzir de acordo com o <i>takt time</i> | Determinar o Takt Time | Procedimentos Equivalentes |
| - | Identificação da Etapa de Processamento Mais Lenta | Procedimento Complementar. Apesar do MFV demonstrar o processo mais lento pela análise dos tempos de ciclo, não faz parte direta de um procedimento de diagnóstico. |
| Introduzir o Fluxo Contínuo | Identificar Inconsistências e Variações | Procedimentos Complementares. O MFV tem um maior enfoque em produzir peça a peça. Enquanto o método <i>Shingo-Style</i> procura inconsistências e variações nos processos onde o trabalho se acumula. |
| Usar Produção Puxada onde não se aplica fluxo contínuo | - | Procedimento Complementar. O método MFV fornece um enfoque ao uso da ferramenta de <i>Kanbans</i> para implementação de um sistema puxado, onde o fluxo contínuo não é viável. |
| Identificar o Processo Puxador | - | Procedimento Complementar |
| Nivelar o <i>mix</i> de produção | - | Procedimento Complementar |
| - | Identificar os Desperdícios de Produção | Procedimento Complementar. O método <i>Shingo-Style</i> usa de simbologia própria para identificar e apontar diretamente no mapa os pontos que se enquadram nos sete desperdícios da produção, o seu formato permite a identificação de excesso de transporte ou estoque mais facilmente. |
| Nivelamento de carga de trabalho | Identificar Sobrecargas | Procedimentos Similares. O método de MFV se difere por utilizar-se da técnica de retirada compassada baseada na métrica “pitch” para estabelecer um ritmo consistente de produção. |

| | | |
|----------------------------|---|---|
| Habilidade de Produzir TPT | - | Procedimento complementar que permite saber quantas trocas de setup é permitida e análise de diminuição dos tamanhos dos lotes. |
|----------------------------|---|---|

Fonte: Autoria própria (2017).

Entende-se que algumas métricas e procedimentos de diagnóstico apresentam similaridade entre os dois métodos. O método *Shingo-Style* fornece pela sua estrutura uma visão mais simplificada e interativa, por sua simbologia própria e pela identificação das etapas de operações é possível apontar os desperdícios mais facilmente. Por outro lado, o Mapa de Fluxo de Valor traz mais detalhes com uma estrutura mais complexa e mais voltado a soluções já em seu diagnóstico. Portanto, a primeiro momento para ter uma ideia mais compreensível da situação do estado atual dos processos da empresa, o método *Shingo-Style* é uma ferramenta útil.

Além disso, o método *Shingo-Style* é considerado mais inovador, e também mostra-se mais didático, facilitando o entendimento do processo, com mais cores e visualmente mais simples. Já o MFV é um método considerado mais clássico, mais tradicional, que não encaixa na proposta de realizar um estudo com novas ideias, que seja mais inovador, apesar de ser um método eficiente e consagrado.