

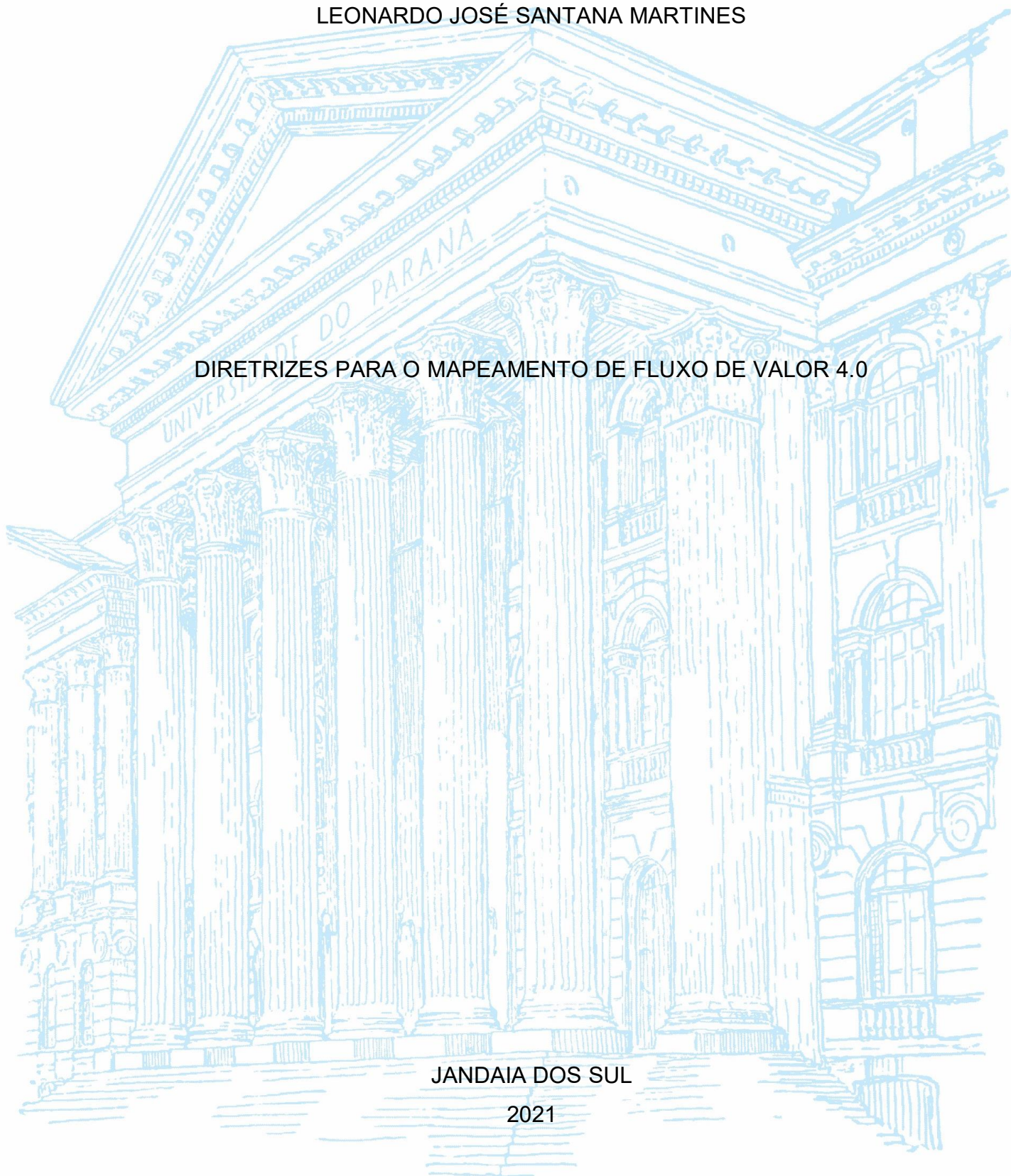
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LEONARDO JOSÉ SANTANA MARTINES

DIRETRIZES PARA O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR 4.0

JANDAIA DOS SUL

2021



LEONARDO JOSÉ SANTANA MARTINES

DIRETRIZES PARA O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR 4.0

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Engenharia de Produção, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira

JANDAIA DO SUL

2021

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas/UFPR
Biblioteca do Campus Jandaia do Sul
Bibliotecária: Neide Olga S. Paula – CRB 9/1477

M385d Martines, Leonardo José Santana
Diretrizes para o mapeamento de fluxo de valor 4.0 / Leonardo José
Santana Martines. - Jandaia do Sul, 2021.
106f.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira
Monografia apresentada ao curso de Graduação em Engenharia de
Produção, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Universidade Federal do
Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção.

1. Manufatura enxuta. 2. Mapeamento de fluxo de valor. 3. Indústria 4.0.
4. Diretrizes. I. Oliveira, André Luiz Gazoli de. II. Título. III. Universidade
Federal do Paraná.

CDD: 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 041 LEONARDO JOSÉ SANTANA MARTINES/2021/UFPR/R/JA
PROCESSO Nº 23075.079917/2019-87
INTERESSADO: LEONARDO JOSE SANTANA MARTINES

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: DIRETRIZES PARA O MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR 4.0

AUTOR: LEONARDO JOSÉ SANTANA MARTINES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, APROVADO PELA SEGUINTE BANCA EXAMINADORA.

DR. ANDRÉ LUIZ GAZOLI DE OLIVEIRA (ORIENTADOR)

DR. GIANCARLO ALFONSO LOVÓN CANCHUMANI

DR. WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE LUIZ GAZOLI DE OLIVEIRA, VICE DIRETOR DO CAMPUS JANDAIA DO SUL**, em 07/04/2021, às 09:42, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS, COORDENADOR(A) DE CURSO DE GRADUACAO (CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUCAO) - JA**, em 07/04/2021, às 09:48, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **GIANCARLO ALFONSO LOVON CANCHUMANI, VICE / SUPLENTE COORDENADOR(A) DE CURSO DE GRADUACAO (CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUCAO) - JA**, em 07/04/2021, às 11:50, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **3422819** e o código CRC **DFDE1A0A**.

Aos meus familiares, que lutaram ao meu lado para que esse sonho fosse realizado. A minha vitória também é de vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por todas as graças concedidas ao longo de minha vida e durante a graduação.

A meu Pai, Edson José Martines que sempre me ensinou a dar valor no trabalho e me apoiou do início ao fim da graduação.

A minha avó, Valdete Alves da Silva que se fez presente ao longo de toda graduação me dando forças nos momentos ruins e com quem posso compartilhar os momentos bons.

A meu professor e orientador Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira, pelo engajamento e disposição em auxiliar na elaboração deste trabalho e, ainda, por toda instrução e conhecimento compartilhados.

A todos os professores da graduação que durante a realização da mesma compartilharam conhecimentos e me capacitaram profissionalmente para execução desta profissão.

A todos meus amigos que conheci durante a graduação e que estiveram presentes, e que tenho certeza que os levarei para a vida.

E a todos que contribuíram de alguma maneira durante a graduação e para a realização deste trabalho.

“Quando tudo parecer dar errado em sua vida, lembre-se que o avião decola contra o vento, e não a favor dele.”

(Henry Ford)

RESUMO

Recentemente, o desenvolvimento e aplicação de tecnologias inovadoras e disruptivas em ambientes industriais, está moldando a quarta revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0. Essas tecnologias possibilitam aumento de produtividade, flexibilidade e adaptabilidade dos processos de negócio. No entanto, para aderir aos conceitos da indústria 4.0 é necessário que as empresas tenham um sistema de comunicação de dados mais enxuto, capaz de evitar ruídos informativos, de fácil operação e que permita tomada de decisões em tempo real. Portanto, este trabalho teve como principal objetivo definir diretrizes na implementação do mapeamento de fluxo de valor 4.0 (MFV 4.0), onde este método permite facilitar a rastreabilidade, coleta e comunicação de dados, e assim explorar todo o potencial e oportunidades oferecidas pela digitalização nos dias atuais pelas empresas de manufatura. Ele pode ser utilizado para medir o estado atual (diagnóstico inicial e avaliações de monitoramento), e para planejar o estado futuro desejado (objetivo). A fim de obter este objetivo foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática da manufatura enxuta e Indústria 4.0, contemplando as definições e conceitos envolvidos, as principais tecnologias e ferramentas relevantes ao trabalho, os impactos nos negócios e na sociedade, além dos desafios da implementação e conceitos em ambientes industriais. Como resultados principais foi possível desenvolver um comparativo entre os métodos, MFV e MFV 4.0, tornando-se mais fácil identificar qual melhor método se enquadra com os objetivos da empresa. Também foi realizado entrevistas qualitativas com especialistas da área, visando refinar as diretrizes inicialmente propostas para melhor enquadrá-las na concepção das indústrias para o MFV 4.0. Obtendo como resultados diretrizes que evidência os passos e condutas necessárias para as empresas realizarem sua implantação. É pretendido que as diretrizes apresentadas ao final do trabalho auxiliem profissionais, acadêmicos, pesquisadores e empresas na implementação do MFV 4.0 de modo a aumentarem o conhecimento científico a respeito das profundas transformações esperadas para os negócios e para as sociedades ao utilizarem.

Palavras-chave: Mapeamento de Fluxo de Valor. Indústria 4.0. Manufatura Enxuta. Diretrizes.

ABSTRACT

Recently, the development and application of innovative and disruptive technologies in industrial environments, is shaping the fourth industrial revolution, also known as Industry 4.0. These technologies enable increased productivity, flexibility and adaptability of business processes. However, in order to adhere to the concepts of industry 4.0, it is necessary that companies have a leaner data communication system, capable of avoiding informational noises, easy to operate and allowing decision making in real time. Therefore, this work had as main objective to define guidelines in the implementation of the mapping of value flow 4.0 (MFV 4.0), where this method allows to facilitate the traceability, collection and communication of data, and thus to explore all the potential and opportunities offered by digitization in current days by manufacturing companies. It can be used to measure the current state (initial diagnosis and monitoring assessments), and to plan the desired future state (objective). In order to achieve this objective, a systematic bibliographic review of lean manufacturing and Industry 4.0 was carried out, contemplating the definitions and concepts involved, the main technologies and tools relevant to work, the impacts on business and society, in addition to the challenges of implementation and concepts in industrial environments. As main results it was possible to develop a comparison between the methods, MFV and MFV 4.0, making it easier to identify which best method fits with the company's objectives. Qualitative interviews were also conducted with specialists in the area, aiming to refine the guidelines initially proposed to better fit them in the design of the industries for MFV 4.0. Obtaining as results guidelines that evidence the steps and conduct necessary for companies to carry out their implementation. It is intended that the guidelines presented at the end of the work assist professionals, academics, researchers and companies in the implementation of MFV 4.0 in order to increase scientific knowledge about the profound transformations expected for businesses and societies when using it.

Keywords: Value stream mapping. Industry 4.0. Lean manufacturing. Guidelines.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Lean House.....	23
Figura 2: Configuração do Nivelamento da Produção à Demanda.....	28
Figura 3: Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor.....	30
Figura 4: Definição da família de Produtos.....	32
Figura 5: Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor.....	33
Figura 6: Exemplo de Mapa do Estado Atual.....	34
Figura 7: Exemplo de Mapa do Estado Futuro.....	35
Figura 8: Plano de trabalho.....	36
Figura 9: Visão geral sobre o método proposto MFV 4.0.....	47
Figura 10: Exemplo caixa de processos do VSA 4.0.....	50
Figura 11: Exemplo Mapa do Estado Atual (VSA 4.0).....	51
Figura 12: Etapas para aprimorar fluxo de material digitalmente.....	53
Figura 13: Espaço de solução para fluxo de material e informações.....	54
Figura 14: Integrar o fluxo do produto e o fluxo de informações do processo.....	56
Figura 15: Exemplo Mapa do Estado Futuro 4.0 (VSD 4.0).....	59
Figura 16: Comparativo entre MFV tradicional e MFV 4.0.....	64
Figura 17: Fases da Pesquisa.....	71
Figura 18: Modelo para condução da revisão bibliográfica sistemática – RBS Roadmap.....	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Níveis das diretrizes.....	83
---------------------------------------	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estrutura do trabalho.....	20
Quadro 2: Resumo dos trabalhos obtidos através do filtro.....	60
Quadro 3: Descrição da fase 1. Entrada.....	72
Quadro 4: Descrição da Fase 2. Processamento.....	74
Quadro 5: Descrição da Fase 3. Saída.....	75
Quadro 6: Descrições das dimensões proposta no modelo.....	79
Quadro 7: Diretrizes iniciais.....	80
Quadro 8: Descrição dos especialistas.....	82
Quadro 9: Formulário de registros dos níveis.....	83
Quadro 10: Diretrizes Iniciais vs Diretrizes Refinadas.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

CPS – Cyber-Physical System
ERP – Sistema Integrado de Gestão Empresarial
FIFO – First in, First out
IL – Information Logistic
ILW – Information Logistic Wastes
IOT – Internet of Things
JIT – Just-in-time
KPI – Indicador-chave de Desempenho
ME – Manufatura Enxuta
MES – Sistema de Execução da Produção
MFV – Mapeamento de Fluxo de Valor
OEE – Overall Equipment Effectiveness
PCP – Programação e Controle de Produção
PFMA – Product Family Matrix Analysis
PME – Pequena e Média Empresa
PMP – Planejamento Mestre de Produção
SMED – Troca Rápida de Ferramentas
STP – Sistema Toyota de Produção
T/C – Tempo de Ciclo
T/R – Tempo de Troca
TI – Tecnologia da Informação
TPM – Manutenção Produtiva Total
VSA – Mapeamento do Estado Atual
VSD – Mapeamento do Estado Futuro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	16
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.3 OBJETIVOS	19
1.4 JUSTIFICATIVA	19
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1 MANUFATURA ENXUTA	21
2.1.1 Estabilidade	24
2.1.1.1 Estabilidade da mão-de-obra	24
2.1.1.2 Estabilidade das máquinas.....	25
2.1.1.3 Estabilidade do material	25
2.1.1.4 Estabilidade do método	25
2.1.2 Padronização	26
2.2 FERRAMENTAS E CONCEITOS DA MANUFATURA ENXUTA.....	26
2.2.1 Produção Just-in-Time.....	26
2.2.2 Kanban	27
2.2.3 Nivelamento de Produção (heijunka)	27
2.2.4 5S.....	29
2.2.5 Mapeamento de Fluxo de Valor	29
2.2.5.1 Família de Produtos	31
2.2.5.2 Estado Atual (VSA)	32
2.2.5.3 Estado Futuro (VSD).....	34
2.2.5.4 Plano de trabalho & Implementação	36
2.2.5.5 Habilitadores e inibidores do MFV	37
2.3 INDÚSTRIA 4.0	37
2.3.1 Componentes da Indústria 4.0	38
2.3.2 Princípios da Indústria 4.0	41
2.3.3 Implementação da indústria 4.0	43
2.3.3.1 Dificuldades.....	44
2.4 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR 4.0	45
2.4.1 Definindo Valor Agregado.....	47

2.4.2 Estado Atual 4.0 (VSA 4.0).....	48
2.4.3 Estado Futuro 4.0 (VSD 4.0)	52
2.4.3.1 Trazer o fluxo para o fluxo de valor (Etapa 1)	52
2.4.3.2 Aprimorar o fluxo de material digitalmente (Etapa 2)	53
2.4.3.3 Integrar fluxo de produto e fluxo de informações (Etapa 3)	55
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	61
3.1 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA.....	61
3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	61
3.2.1 Revisão bibliográfica.....	62
3.2.2 Entrevista qualitativa.....	67
3.2.2.1 Roteiro para entrevista.....	67
3.2.2.3 Coleta e tratamento dos dados	68
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	71
4.1 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	71
4.2 ELABORAÇÃO DAS DIRETRIZES INICIAIS DO MFV 4.0	79
4.3 RESULTADO DAS ENTREVISTAS	81
5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	85
6 CONCLUSÃO	92
6.1 CONCLUSÕES QUANTO AOS OBJETIVOS DE PESQUISA.....	92
6.2 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	93
REFERÊNCIAS	95
APÊNDICE I – PROTOCOLO DE ENTREVISTA	103

1 INTRODUÇÃO

A seguir serão apresentados a contextualização, a pergunta norteadora definida a partir do contexto, os objetivos, a justificativa deste trabalho e como ele será estruturado.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

As Revoluções Industriais representam um grande marco na história da humanidade no que diz respeito aos meios e processos de produção, sua consequência afetou todo o mundo. Com o crescente desenvolvimento da sociedade e necessidade do desenvolvimento dos sistemas produtivos, o cenário industrial passou então por quatro grandes revoluções industriais durante o século XVIII até os dias atuais.

A primeira revolução industrial ocorreu no final do século XVIII, a partir das fábricas do setor têxtil que passaram a ter a mecanização como importante característica, impulsionando o uso de máquinas a vapor. Com o incremento da mecanização o sistema produtivo sucedeu a manufatura, diminuindo o *takt time* produtivo (PEINALDO; GRAEML, 2007). Caracterizada como a segunda revolução industrial, a metade do século XIX foi marcada pela integralização da eletricidade, uso do petróleo como combustível e da produção em massa. Assim o aprimoramento do sistema produtivo teve forte relevância com a adoção de esteiras nas linhas de produção da Ford, que teve como mentor Henry Ford, e a inclusão da administração científica nas indústrias com a organização e divisão do trabalho, desenvolvida a partir das ideias de Frederick Taylor (BRETTEL *et al.*, 2014).

Em meados da década de 1970 a terceira revolução industrial dava seus primeiros passos com a empregabilidade da eletrônica e de tecnologias da informação na indústria, assumindo posição de destaque com a robótica, revolucionando os sistemas produtivos com a automatização de processos produtivos. Isso possibilitou a obtenção de maiores produtividades, proporcionando uma melhor conexão no uso da mão-de-obra e das matérias-primas (KAGERMANN *et al.*, 2011). Assim, os sistemas produtivos foram se alterando ao longo do tempo, compilando novos modelos de produção. O intervalo entre as revoluções mostra que o ciclo

revolucionário está cada vez mais curto e a busca incessante por novos caminhos é mais do que necessária para se posicionar perante a competitivamente no mercado, trata-se de uma luta por sobrevivência. A discussão sobre a quarta revolução industrial, também conhecida como indústria 4.0 surgiu em 2011, na Alemanha, quando ocorreu a primeira sistematização sobre este conceito (ROBLEK *et al.*, 2016).

Os conceitos e aplicações da indústria 4.0 ainda estão em constante e amplo desenvolvimento. A transformação esperada no sistema produtivo se qualifica com a execução de todas as atividades fabris por meio das máquinas em geral, através da comunicação presente entre máquinas e sensores, podendo disponibilizar inúmeras informações que levarão a uma melhor tomada de decisão, auxiliando no aperfeiçoamento e gerenciamento dos sistemas produtivos (SCHWAB, 2016).

Em paralelo ao desenvolvimento tecnológico, modelos que propõem a atualização de ferramentas já conhecidas foram criadas, com a finalidade de auxiliar no processamento, análise e identificação de pontos críticos a serem melhorados.

De acordo com Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta essencial, pois ajuda a visualizar o fluxo de produção como um todo, também possibilita identificar as fontes de desperdício, fornece a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material, além de possuir uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura. Em suma, sua ideia principal é melhorar a eficiência e a produtividade, projetando um estado atual da produção e, em seguida, um estado futuro pelo qual se empenhar.

A avaliação do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) em si depende de medições manuais do sistema de produção e a importância de "ir e ver" na fábrica com seus próprios olhos é altamente defendida como um fator-chave de sucesso ao usar a ferramenta. Isso porque os problemas geralmente são ocultos e difíceis de descobrir quando apenas olhando para uma descrição do fluxo de produção junto com um conjunto de dados. No entanto, com a digitalização em mente, pode ser uma oportunidade perdida para não utilizar dados digitais (ANDERSSON *et al.*, 2020).

Com o propósito de um redesenho de processos da manufatura enxuta e propor um método atualizado do MFV, Hartmann (2018) apresenta um modelo de construção do MFV 4.0 sendo uma extensão do método conhecido do MFV. O MFV 4.0 se concentra em uma reconfiguração de etapas para sua implantação, combinando dois métodos bem conhecidos e amplamente utilizados na Manufatura

Enxuta; o Estado Atual (VSA – Value Stream Analysis) e o Estado Futuro (VSD – Value Stream Design), tendo adicionado etapas nos métodos que contemplem de forma geral as inovações geradas pela nova revolução industrial, facilitando o fluxo contínuo de valor (HARTMANN, 2018).

O método VSA foi aprimorado em pesquisas anteriores ao método VSA 4.0 e foi testado com sucesso em mais de 20 empresas diferentes. Com esse aprimoramento, são visualizados resíduos de informações adicionais resultantes de ineficiências na geração de dados, transferência, processamento, armazenamento e utilização de dados, que são analisados erroneamente, prejudicando todo o mapeamento do processo (MEUDT, 2017).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O VSA 4.0 identifica o estado atual de manipulação e utilização de informações em um fluxo de valor, mas não fornece nenhuma orientação para encontrar e implementar melhorias. Assim, para aproveitar as vantagens da digitalização e aproveitar ao máximo as oportunidades oferecidas, é necessário um desenvolvimento sistemático do VSD para um VSD 4.0 (HARTMANN, 2018). Portanto, o autor adiciona novas etapas ao VSD e desenvolve um método sistemático do VSD 4.0 para a concepção do MFV 4.0.

Por isso o grande desafio que surge é propor diretrizes junto com suas justificativas para construção do MFV 4.0, facilitando o entendimento e as particularidades de conduta do método, além de ajudar na diferenciação do MFV tradicional para MFV 4.0 proposto por Hartmann (2018). A Engenharia de Produção não possui muitos trabalhos que abordam essa diferença de configuração, portanto, esse trabalho também traz uma contribuição para a área acadêmica, para que possa ser utilizado como base para futuros trabalhos semelhantes.

Levando em consideração os fatos apresentados, optou-se por realizar a atual pesquisa que possui a seguinte pergunta norteadora: Quais são as principais diretrizes para o MFV 4.0 que contribuem para implementação nas indústrias?

Portanto, neste trabalho será realizado uma análise documental contextualizando e destacando dois modelos existentes de MFV, o tradicional e o 4.0, de modo a identificar inibidores (barreira que impede a implementação) e habilitadores (apóia e facilita a implementação) das ferramentas, com o objetivo de propor diretrizes

para implementação do MFV 4.0. Também serão realizadas entrevistas qualitativas com especialistas da área, visando refinar as diretrizes para melhor enquadrá-las na concepção das indústrias.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Esta pesquisa tem como objetivo definir as principais diretrizes na implementação do MFV 4.0.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar inibidores e habilitadores do MFV, na era digital.
- Comparar as diferenças entre o MFV e o MFV 4.0.
- Propor diretrizes para a implementação do MFV 4.0.

1.4 JUSTIFICATIVA

A principal motivação para este trabalho foi estudar e analisar conhecimentos e ferramentas relacionados à Indústria 4.0, que possam auxiliar profissionais e empresas a compreenderem as lacunas de competências necessárias para competirem no novo cenário de alta tecnologia, alta produtividade, alta flexibilidade e alta competitividade. A escolha se deu em razão de a Indústria 4.0 ser um tema muito atual, e propiciar o aprendizado de competências multidisciplinares e complementares à Engenharia de Produção, como os sistemas de informação, entre outras. E também por ser um tema com grande potencial de transformação da competitividade industrial, e de geração de novos produtos, novos negócios e novos serviços agregados a produtos existentes.

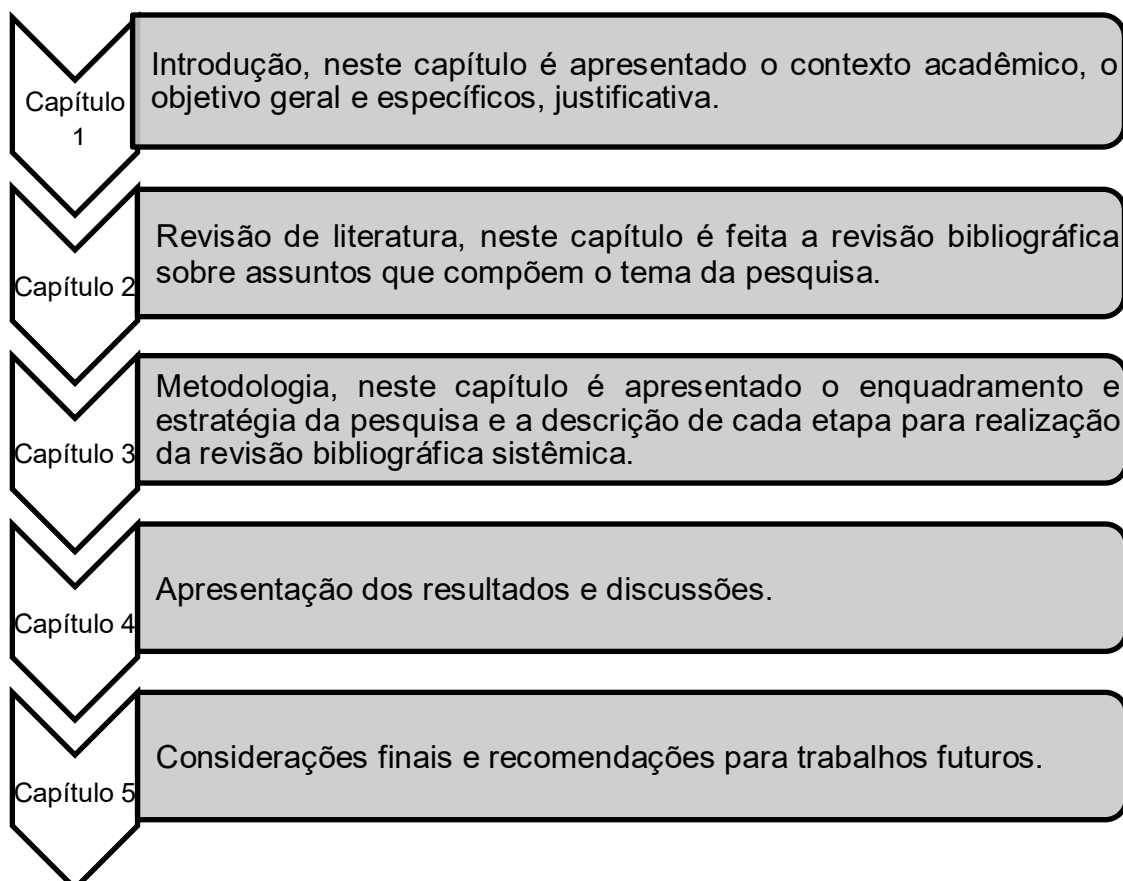
Hartmann (2018) indica de sugestões de pesquisas futuras “Um design mais detalhado das etapas individuais devem ser desenvolvidas.”. Portanto, atendendo a essa necessidade apontada, com o término da execução desta pesquisa, se tornará possível visualizar facilmente as etapas individuais de implementação do MFV 4.0, de modo a identificar as particularidades de cada etapa, permitindo utilizá-lo junto com as diretrizes estabelecidas e também diferenciá-lo do método tradicional do MFV.

É muito significativo utilizar métodos racionais de Engenharia de Produção em empresas que desejam alcançar um próximo nível tecnológico, porém acabam encontrando grandes dificuldades em obter materiais que auxiliem na implantação desses novos métodos, por se tratar de uma nova maneira de conceber o mapeamento de fluxo de valor não existe muitos modelos disponíveis ou mesmo uma padronização. Portanto, esse trabalho também traz uma contribuição para a área acadêmica, para que possa ser utilizado como base para futuros trabalhos semelhantes.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O quadro 1 a seguir demonstra como este trabalho foi estruturado.

Quadro 1: Estrutura do trabalho.



A seção a seguir apresenta a revisão de literatura que contém o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento do trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MANUFATURA ENXUTA

A Manufatura enxuta ou *Lean Manufacturing* surgiu por necessidade das empresas. O termo *Lean* tem o princípio da sua história nos anos 80, no qual em uma pesquisa do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* uma indústria de automóveis começou a buscar melhorias, fazendo o mapeamento das práticas que aconteciam dentro da sua indústria entrevistando funcionários, sindicalistas e pessoas do governo. Esse estudo apontou significativa superioridade para com a Toyota, pois a empresa havia desenvolvido um sistema de gestão bem eficaz (HINO, 2009). *Lean Manufacturing* foi o nome dado a esse novo sistema de gestão tão eficaz, ágil e inovador. O *Lean Manufacturing* consiste em melhorar o processo como um todo, evitando desperdícios, otimizando processos e facilitando a localização de necessidade de melhorias (CAMPOS, 2016).

Segundo Dennis (2008), Manufatura Enxuta, ou produção *Lean*, como também é conhecida, corresponde fazer mais com menos, ou seja, menos tempo, espaço, esforço humano, maquinaria, material e, ao mesmo tempo, dar aos clientes o que eles querem. De acordo com Raposo (2011), a filosofia *Lean* considera os desperdícios como atividades que não agregam valor ao produto e é um custo que o cliente não está disposto a pagar.

Seguindo a filosofia *Just in time (JIT)*, que é a ideia de gestão que tenta eliminar fontes de desperdício de fabricação mediante a produção de algo na hora certa e no lugar certo, identificam-se os oitos tipos de desperdícios sem agregação de valores, os quais são (ALUKAL, 2008):

- a) Superprodução: Produzir além da exigência do mercado;
- b) Desperdício de estoque: de matéria-prima, serviço em andamento ou produto acabado;
- c) Produto defeituoso: inspeção, sucateamento, reparo ou substituição de um produto;
- d) Retrabalho: esforço adicional que não agrega valor ao produto ou serviço;
- e) Espera: tempo ocioso devido à espera de material, mão-de-obra, informação etc.;
- f) Movimentação: de pessoal, instrumentos e equipamentos que não agrega

valor ao produto ou serviço;

g) Transporte (Movimentação desnecessária): transporte de peças ou materiais dentro da fábrica;

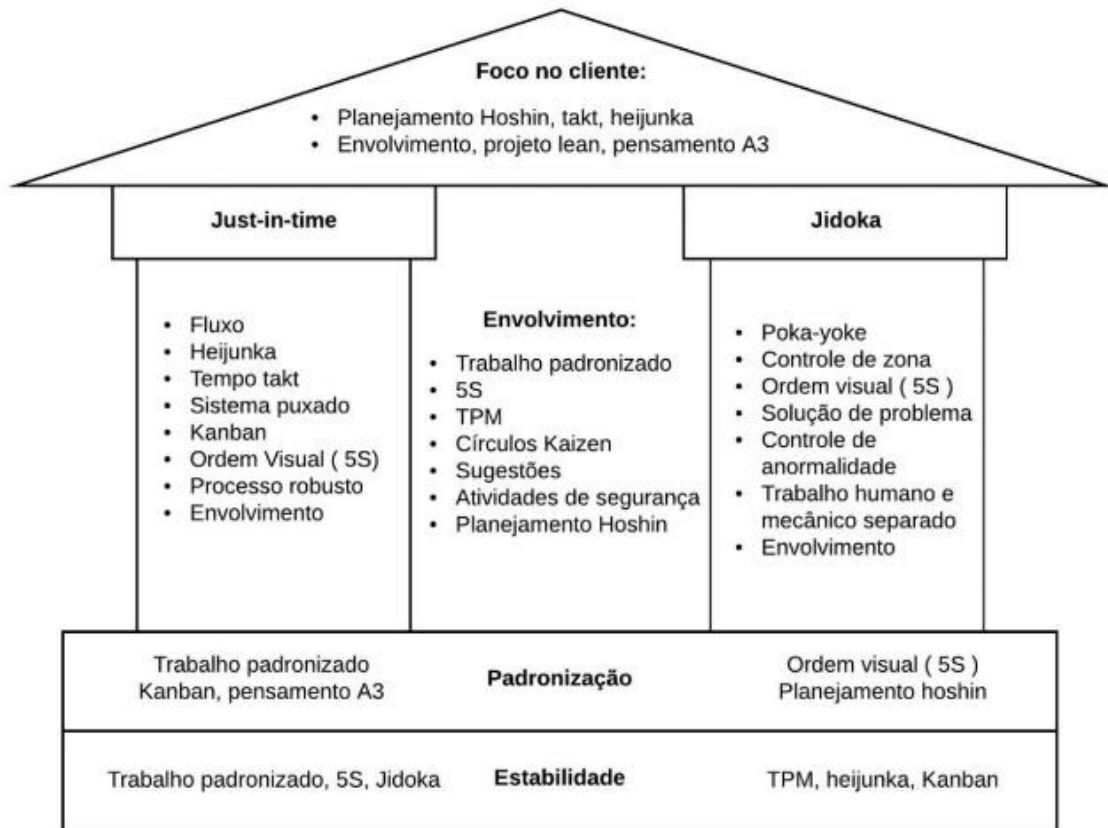
h) Pessoal: não utilização do conhecimento humano.

O desperdício “Pessoal” é complementar aos sete desperdícios clássicos do Lean. Entende-se o desperdício de pessoal como a não utilização do total potencial dos colaboradores e suas habilidades. Não escutar as ideias dos colaboradores causa a estagnação dos processos, reduzindo drasticamente o potencial de melhoria destes processos. Além disso, a subutilização das habilidades dos colaboradores os desestimula e desmotiva. Isso resulta em quedas de produtividade por parte dos operadores.

A diminuição destes tipos de desperdícios, que também podem ser denominados como *muda*, ou seja, aquilo que não agrega valor ao produto resulta em melhorias significativas em todo o sistema produtivo e na redução de custos. A investigação da origem das causas dos oito desperdícios permite ao gestor de operação aplicar a ferramenta *Lean*, que nasceu na recusa de aceitar desperdícios (DENNIS, 2008).

De acordo com Dennis (2008), a representação usual da produção *Lean* é feita na forma de uma casa onde a base do sistema é a estabilidade e a padronização. As paredes dessa casa são o envolvimento dos membros da equipe, utilizando os conceitos *JIT* e *jidoka*. O telhado representa o foco principal da produção, que é o cliente, este deseja os produtos com a maior qualidade possível, que atenda o seu tempo estipulado para a entrega e que o custo seja pequeno. A figura a seguir representa essa ideia.

Figura 1: Lean House.



Fonte: Adaptado de Dennis (2008).

Segundo Bastos (2012), a *Lean House* contribui com um conjunto de medidas e ferramentas desenvolvidas como resposta às dificuldades enfrentadas ao longo dos anos e a necessidade das empresas de todo e qualquer ramo de especificação se tornarem competitivas ao mercado. Os conceitos ligados à filosofia possuem, basicamente, a eliminação dos desperdícios existentes trazendo como consequência o aumento da produtividade e da eficiência nas linhas produtivas, tendo cada atividade interconectada com outra.

Ainda segundo Bastos (2012), é neste sentido, que surgem as metodologias *Lean*, como ferramentas na detecção e eliminação de desperdícios. O estudo do mapeamento de diversidades de versões produzidas serve como principais fontes de informação relativamente ao estado atual da empresa, o mapeamento de fluxo de valor e os métodos dos tempos como ilustração simplificada, permitindo compreender e identificar os desperdícios existentes. Como metodologias para eliminá-los, surge a filosofia dos 5S que visa à organização geral das linhas produtivas, dos postos de

trabalho e da própria empresa. O método Kaizen tem o intuito de gerar ideias e aplicações de melhorias, reduzir a complexidade produtiva e, por fim, o método Kanban, como o principal indicador da revolução do pensamento produtivo, contribuindo para a fluência das linhas produtivas em um misto de equilíbrio e de eficácia produtiva. A seguir serão apresentados os conceitos centrais da *Lean House*.

2.1.1 Estabilidade

De acordo com Benetti (2010), ter estabilidade é essencial para que o sistema não tenha interrupções incessantemente, para que isso ocorra são necessárias algumas pré-condições, como por exemplo: reduzir número de problemas na disponibilidade dos equipamentos, uma forte supervisão nas linhas de produção e materiais disponíveis e com baixa incidência de defeitos. Sob a perspectiva da Manufatura Enxuta, a estabilidade deve ser mantida ao longo de todo o fluxo de valor, o que implica em compreender como a falta de estabilidade em processos individuais se propaga ao longo do fluxo (DENNIS, 2008).

De acordo com Treville e Antonakis (2005), a estabilidade leva à facilitação do trabalho, que por sua vez implica em “ações que eliminam os obstáculos que inibem o desempenho do trabalhador e a provisão de recursos para que o trabalho possa ser executado”. Segundo Benetti (2010), tais ações podem ser implementadas, por exemplo, com base na filosofia *Lean*. A efetivação de melhorias só é possível com a estabilidade nos 4Ms: *Man/Woman* (Homem/Mulher), *Machine* (Máquina), *Material* e *Method* (Método) (DENNIS, 2008).

2.1.1.1 Estabilidade da mão-de-obra

Para garantir estabilidade da mão-de-obra, é importante que essa deva estar disponível e bem treinada, e a disponibilidade tem início com a seleção das pessoas certas. No modelo Toyota, um processo de seleção identifica as pessoas que mais se adaptam ao modelo e às suas necessidades (LIKER; MEIER, 2007). Portanto, é preciso ter a mão de obra necessária para cada um dos processos, não em termos de quantidade, mas também no que se refere à competência e a acessibilidade (BENETTI, 2010).

2.1.1.2 Estabilidade das máquinas

A disponibilidade dos equipamentos não assegura totalmente a estabilidade, em relação à máquina. Uma demanda estável do cliente e um processo capaz também são necessários (SMALLEY, 2008). A manutenção adequada é o principal mecanismo para garantir máquinas capazes e estáveis. Segundo Dennis (2008), a TPM (Manutenção Produtiva Total), se responsabiliza por um trabalho de manutenção básica, como inspeção, limpeza, lubrificação e ajustes, para os operadores da equipe de produção.

2.1.1.3 Estabilidade do material

Para assegurar a estabilidade dos materiais, o importante é que a produção não tenha paradas pela sua falta, ou seja, os materiais precisam estar disponíveis no posto de trabalho, na qualidade e na quantidade certa (CHENG; PODOLSKY, 1993). Se houver instabilidade em relação a este recurso, será necessário um estoque maior em alguns pontos. Seguindo o ideal da Manufatura Enxuta, um dos objetivos é reduzir o desperdício e diminuir o tempo compreendido entre o recebimento de um pedido até sua entrega, mas normalmente, isto requer redução dos estoques no fluxo de valor. A Manufatura Enxuta é modelada como um sistema produtivo integrado, com enfoque no fluxo de produção, produzindo pequenos lotes e conduzindo a um nível reduzido de estoques (BENETTI, 2010).

2.1.1.4 Estabilidade do método

A estabilidade básica requer métodos padronizados para a manufatura. Segundo Campos (2004), o padrão é o instrumento que indica a meta (fim) e os procedimentos (meios) para a execução dos trabalhos, de tal maneira que cada um tenha condições de assumir a responsabilidade pelos resultados de seu trabalho. De acordo com Dennis (2008), a definição do método deve levar em conta as características de mão-de-obra, máquina e material. A padronização é a base para realizar as futuras melhorias, com menos desperdícios, menor custo, cumprimento de prazo e segurança. Com o trabalho padronizado, são proporcionados alguns benefícios como: estabilidade de processos, conhecimento do *status* da produção,

aprendizagem organizacional, envolvimento do operário, *kaizen*, treinamento, entre outros (LIKER & MEIER, 2007).

2.1.2 Padronização

A padronização é fruto da administração científica de Taylor, porém incorpora todos os conhecimentos modernos sobre pessoas, sistemas e desempenho (LIKER, 2005). Henry Ford foi um dos primeiros a integrar a padronização na linha de montagem. Na sua visão, a padronização é o ponto de partida das melhorias, determinando com clareza e precisão a maneira como se executam as ações (LIKER, 2005).

O trabalho padronizado é a chave para criar processos repetitivos, tornando-os possíveis de reproduzir com níveis elevados de qualidade e produtividade. Sem a padronização do processo produtivo, a saída de um produto estará sujeita a variação (BENETTI, 2010).

2.2 FERRAMENTAS E CONCEITOS DA MANUFATURA ENXUTA

Segundo Kach *et al.* (2014), a utilização de ferramentas do processo enxuto é o que dará base para um melhor desempenho nos processos produtivos. Ferramentas da ME como, por exemplo, *kanban*, 5S e mapeamento de fluxo de valor são aplicados para que possam ser apontados os pontos fundamentais a serem monitorados, analisados e, conseqüente corrigido, de forma que torne a linha de produção mais eficiente e se ajustem às exigências de mercado.

2.2.1 Produção Just-in-Time

Segundo Dennis (2008), produção just-in-time (JIT) significa produzir a mercadoria na hora e na quantidade necessária, qualquer modificação conduzirá à muda. Os seus componentes são: Kanban, que é um conjunto de ferramentas visuais que provém instruções sincronizadas aos fornecedores e clientes dentro e fora da empresa, e Nivelamento de produção (*heijunka*) que tem como objetivo produzir no mesmo ritmo todos os dias a fim de diminuir os picos e os vales na carga de trabalho.

A produção JIT segue algumas regras, como por exemplo: Só irá produzir o que já está vendido, a demanda deve ser nivelada para que o trabalho possa

acontecer de forma tranquila, os processos são conectados às demandas por meio de ferramentas visuais (Kanban) e a flexibilidade dos operários e do maquinário deve ser maximizada (DENNIS, 2008).

2.2.2 Kanban

De acordo com Cicconi et al. (2015), a ferramenta kanban permite que o processo funcione de uma maneira simultânea, ou seja, cada item é produzido e montado dentro de sua linha, na hora e quantidade certa, o que em outras palavras é produzir JIT, de modo que, só terá estoques nas linhas de produção quando houver a necessidade.

Segundo Dennis (2008), um Kanban é uma ferramenta visual utilizada para atingir a produção JIT. É uma autorização para produzir ou parar, pode conter outras informações como o fornecedor da peça ou do produto, sobre o cliente, o local que o produto deve ser armazenado ou como ele deve ser transportado.

Existem alguns tipos de Kanban, de acordo com Cicconi, Zamoner e Morini (2015) eles são classificados como:

- Kanban de movimentação ou transporte – ele é utilizado para comunicar a etapa anterior que o produto pode ser retirado do estoque, e enviado para o destino estipulado;
- Kanban de produção – é um aviso para um processo produtivo iniciar uma determinada produção;
- Kanban do fornecedor - são utilizados para avisar ao fornecedor que o material pelo qual ele é responsável deve ser reabastecido no estoque.

2.2.3 Nivelamento de Produção (heijunka)

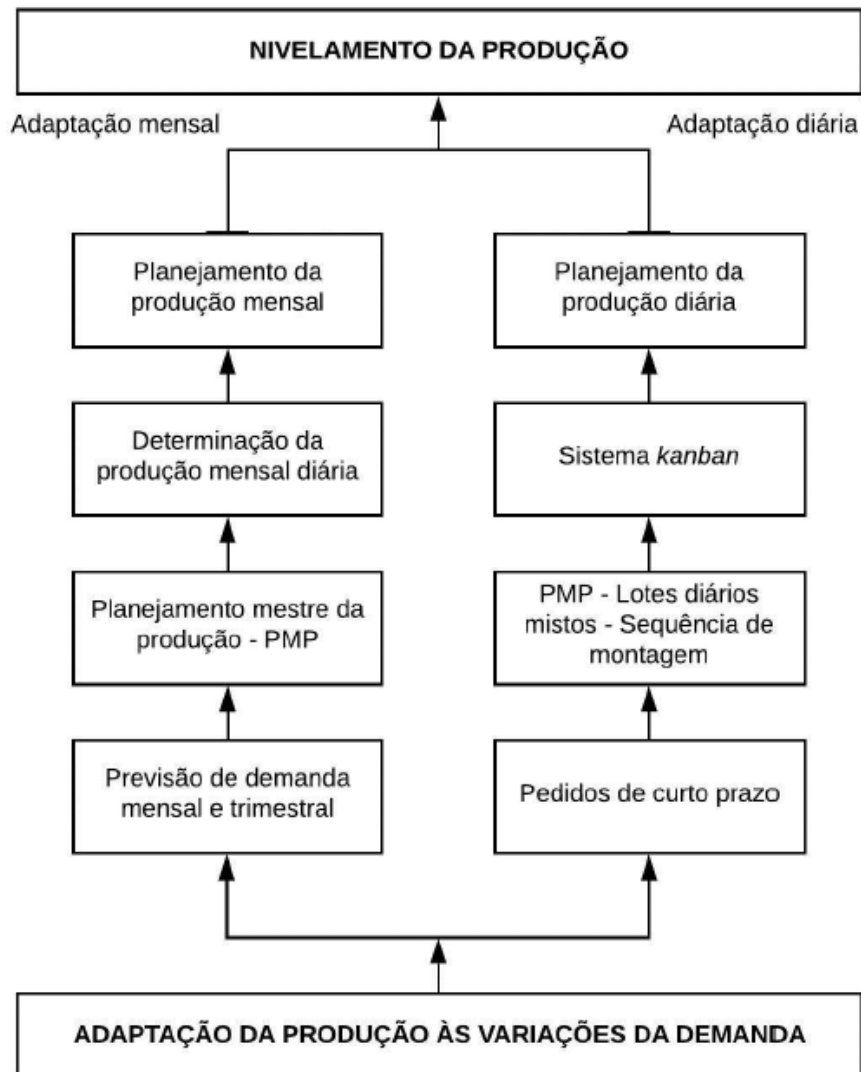
Segundo Dennis (2008), Nivelamento de produção, ou heijunka, significa distribuir o volume e a mistura de produção de forma equilibrada através do tempo, ou seja, em vez de produzir um lote de apenas um item por um longo período, se intercala pequenos lotes de produtos diferentes. Fazendo isso resulta em um lead time mais curto, um menor estoque de produtos finalizados e um desequilíbrio e sobrecarga menor sofrido pelos operadores.

De acordo com Gomes (2002), o nivelamento da produção possibilita a

maleabilidade do sistema de produção à medida que, em vez de fabricar grandes lotes de um único produto, produz muitas variedades de pequenos lotes, respondendo adequadamente à demanda do mercado, efetivando a pronta entrega de produtos e reduzindo os inventários no processo.

A execução desta ferramenta engloba duas fases que se resolvem conforme a sequência apresentada na figura a seguir.

Figura 2: Configuração do Nivelamento da Produção à Demanda.



Fonte: Adaptado de Gomes (2002).

A primeira tem relação com o planejamento de médio prazo e corresponde à adaptação mensal. Baseia-se em adaptar a produção mensal às variações da demanda, ao longo do ano. A segunda fase ajusta a produção diária às variações da demanda ao longo do mês (GOMES, 2002).

2.2.4 5S

Os cinco sentidos que dão nome ao Programa 5S têm sua origem nas iniciais das palavras japonesas seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. Em português são conhecidos como os sentidos de utilização, organização, limpeza, saúde e autodisciplina. Assim como as filosofias do just-in-time (no tempo certo), kaizen (melhoria contínua), controle de qualidade total, jidoka (auto detecção) e manutenção produtiva total, o 5S também aponta para a melhoria do desempenho global da organização (VANTI 1999).

Segundo Dennis (2008), o 5S é um sistema simples que se resume em separar, classificar, limpar (e inspecionar), padronizar e manter:

- S1 - Separar: O início da ordem visual é separar o que não é necessário na produção, pois o local de trabalho pode ter coisas em excesso;
- S2 - Classificar: Essa etapa organiza o que sobrou depois da separação, a fim de minimizar movimentos desperdiçados;
- S3 - Limpar (e inspecionar): O S1 e o S2 terão liberado um grande espaço, deixando tudo mais organizado, o que torna mais fácil a limpeza. Dessa maneira, serão questionadas e aplicadas as respostas das seguintes perguntas - o que limpar, como limpar, quem irá limpar e o que significa limpo;
- S4 - Padronizar: Deve-se criar e aplicar padrões em todas as etapas anteriores, sendo que os padrões devem ser claros, simples e visuais;
- S5 - Manter: O 5S deve ser adotado pelos trabalhadores da empresa, ou seja, por meio da comunicação e de treinamentos.

2.2.5 Mapeamento de Fluxo de Valor

Segundo Dennis (2008), Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta muito útil que ajuda a entender a situação atual da empresa e a identificar oportunidades de melhorias. De acordo com Cicconi; Zamoner; Morini (2015), o MFV é uma ferramenta operacional simples que se utiliza basicamente de lápis e papel para que possa apresentar os fluxos de materiais e informação, conduzindo a exploração do Sistema Toyota de Produção (STP), ele é utilizado para documentar todo o processo produtivo de uma empresa ou departamento, em uma única folha de papel, e com isso estimular o diálogo e a compreensão. Um ponto importante do

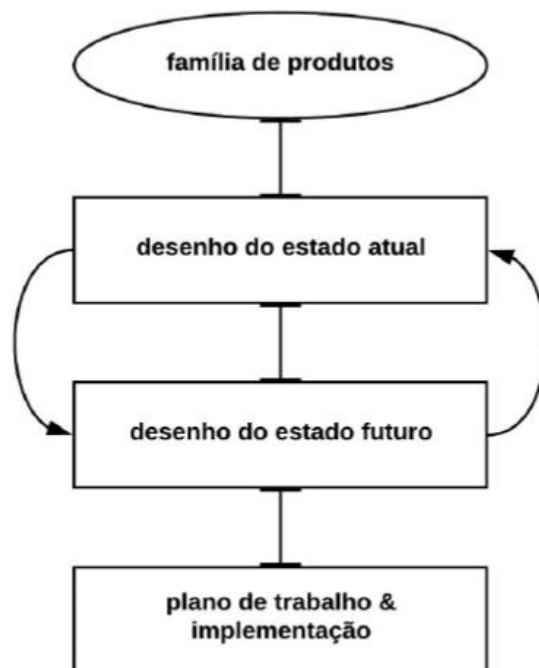
processo de MFV é registrar as relações entre os processos de fabricação e os controles usados para gerenciar esses processos, tais como informações de produção e programação de produção. As principais vantagens com o uso do MFV são: visualização de todos os desperdícios, o uso de uma linguagem padronizada, técnicas enxutas e identificação de etapas que agregam valor ao produto.

Para Prado (2006) o MFV tem como benefícios a visão completa do processo, que ajuda na identificação dos desperdícios, além de fornecer uma percepção comum das atividades. É uma ferramenta de comunicação, planejamento e gerenciamento de mudanças, pois une o fluxo de informação ao fluxo de material (LUZ; BUIAR, 2004).

Segundo Womack e Jones (2004), no momento de implementar o MFV é fundamental levar em consideração, além do fluxo de materiais na planta, o fluxo das informações que retornam do cliente (como previsões e pedidos). É crítico conectar este fluxo de informações que volta do cliente com o fluxo das ações transformadoras do fabricante sobre o produto, ações essas que são uma resposta à informação que chega à medida que o produto se move na direção do cliente.

Dessa forma, Rother e Shook (2003) sugeriram quatro etapas para a utilização do MFV, essa sistemática está demonstrada na figura a seguir.

Figura 3: Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor.



Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003).

- Etapa 1 – a seleção do produto, ou família de produtos, a ser mapeada, deve ser atribuída a um grupo de produtos que passa por etapas semelhantes e utiliza equipamentos comuns nos seus processos.
- Etapa 2 – o Mapeamento de Fluxo de Valor atual da família ou produto deve ser realizado indo até o chão de fábrica e verificando-se pessoalmente como o fluxo de produto e informação acontece.
- Etapa 3 – Mapeamento do Fluxo de Valor futuro é a parte mais importante do MFV, segundo Rother e Shook (2003), uma situação sem um estado futuro não é muito útil. Nessa etapa são planejados os conceitos e ferramentas que serão desenvolvidos no processo a fim de proporcionar um fluxo mais enxuto.
- Etapa 4 – no planejamento das ações de melhorias, deve-se fazer uma programação das ações a serem realizadas para se chegar à situação desejada. Assim, o mapa futuro transforma-se em atual, e o ciclo recomeça.

2.2.5.1 Família de Produtos

A premissa para o mapeamento do fluxo de valor é enxergar o fluxo da perspectiva do cliente final, o que obriga que a análise de fluxo seja feita por produto ou por famílias de produtos. Uma família de produtos é definida como um grupo de produtos que passam por etapas de processamento similares e por equipamentos comuns ao longo do processo de manufatura (ROTHER; SHOOK, 2003).

Para formar famílias de produtos, Irani (2000) sugere uso da *Product Family Matrix Analysis* (PFMA) como uma ferramenta que permite, a partir da identificação de famílias de produtos, definir um fluxo de processo “enxuto”. O PFMA trabalha com matrizes de produtos representativos de cada família com incidências em centros de trabalho, e a intersecção da coluna dos produtos com cada linha que representa um centro de trabalho associado a uma operação no roteiro do processo, de modo a possibilitar a criação do fluxo de valor atual e futuro, para processos simples e complexos com grande variedade de itens e combinação de leiautes.

O PFMA é basicamente uma matriz onde os produtos fabricados são registrados nas linhas e os processos por onde esses produtos passam são colocados nas colunas. Esta técnica de agrupamento permite identificar famílias de componentes e equipamentos com um alto grau de similaridade, podendo ser usada para melhorias no leiaute dos centros produtivos ou na sequência em etapas do processamento, a

fim de proporcionar um mesmo fluxo para os itens integrantes da família. As famílias são definidas por similaridade física ou por processos similares conforme mostrado na figura abaixo.

Figura 4: Definição da família de Produtos.

		ESTAÇÕES DE TRABALHO							
P R O D U T O S		1	2	3	4	5	6	7	8
	A	x	x	x		x	x		
	B	x	x	x	x	x	x		
	C	x	x	x		x	x	x	
	D		x	x	x			x	x
	E		x	x	x			x	x
	F	x		x		x	x	x	
	G	x		x		x	x	x	

Família de produtos

Fonte: Adaptado de Irani (2000).

Segundo Womack (2006), é essencial dedicar tempo para obter uma boa definição de famílias, a fim de evitar retrabalhos e maximizar o resultado, pois os mapas e as decisões serão tomadas para melhorar o fluxo para uma determinada família de produtos. Caso as famílias não estejam bem definidas os benefícios podem ser reduzidos.

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta de auxílio à melhoria contínua, mesmo tratando uma família por vez, o ideal é que o exercício de mapear seja feito para todas as famílias. Rother e Harris (2002), recomendam começar o mapeamento com as famílias que geram o maior impacto sobre a empresa, pois os resultados serão maiores e mais motivadores.

2.2.5.2 Estado Atual (VSA)

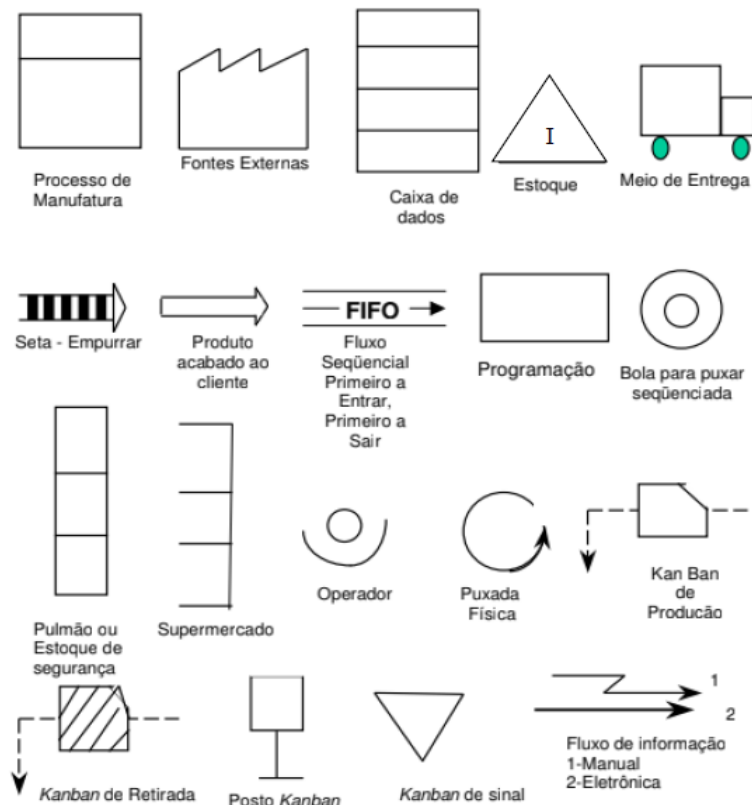
Para fazer o desenho do estado atual é necessário obter informações gerais sobre a família de produtos escolhida, buscando diretamente no chão de fábrica as informações para que se possa reproduzir com exatidão o atual fluxo de valor, são elas:

1. Necessidades do cliente: peças por mês, turnos de trabalho, embalagens, frequência de entregas.
2. Tempo de trabalho na empresa, dias por mês, turnos por dia, horas por turno, intervalos.
3. Processo de Produção: etapas, fornecedor, frequência de suprimento.
4. Programação e Controle de Produção (PCP): projeções, lançamentos, compras, pedidos, ordens de produção para as etapas e para expedição.

Para que a interpretação do desenho seja bem feita, conceitos como: tempo de ciclo (T/C) tempo que leva entre um componente e o próximo a saírem do mesmo processo; tempo de troca (T/R) tempo necessário para mudar a produção de um tipo de produto para outro; *lead time*, tempo levado para que uma peça percorra todo o processo produtivo, desde sua chegada como matéria prima até sua entrega para o cliente.

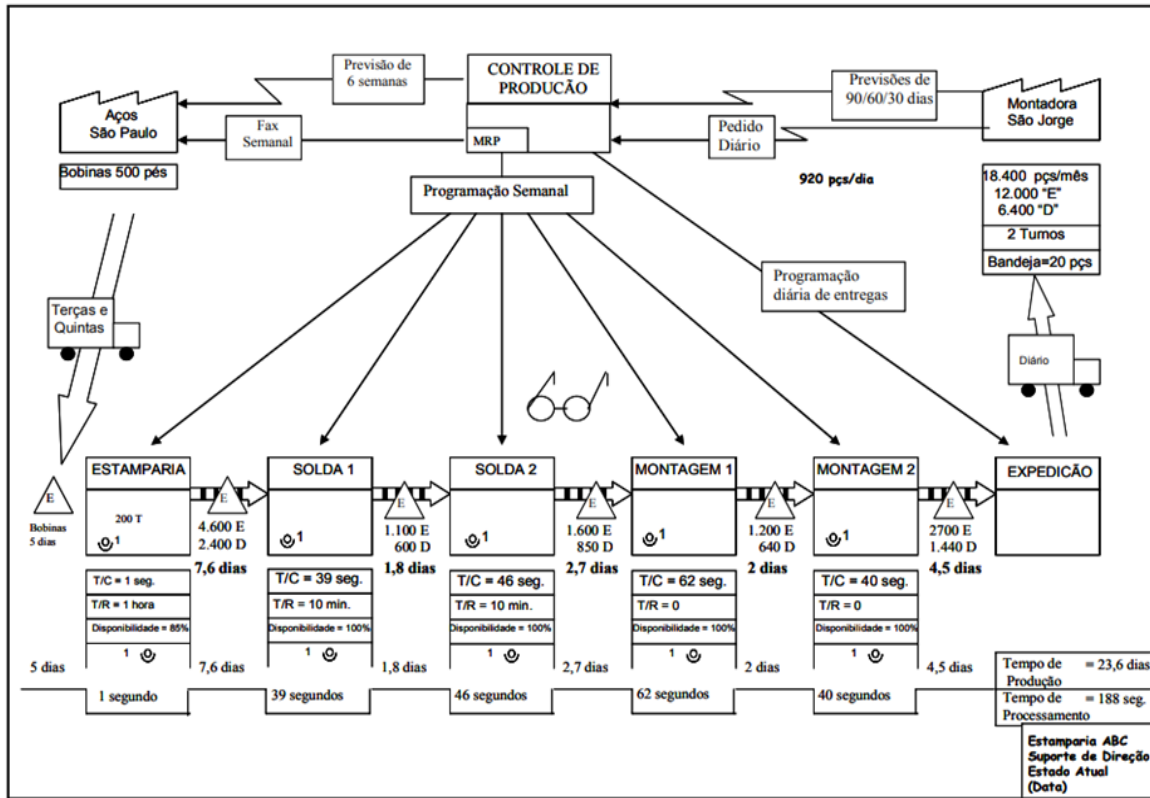
As figuras 3 e 4, a seguir, apresentam exemplos de alguns ícones utilizados para que haja entendimento dos mapas, e exemplifica o mapeamento do Estado Atual, respectivamente. (ROTHER & SHOOK, 1998).

Figura 5: Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor.



Fonte: Ferreira (2004).

Figura 6: Exemplo de Mapa do Estado Atual.



Fonte: Rother e Shook (1998).

O tempo é elemento-chave nesta ferramenta. Transformar o fluxo total de valor (todos os processos produtivos e não produtivos) em uma noção temporal única (segundos, minutos, horas, dias, semanas) permite avaliar o potencial de atendimento das necessidades dos clientes. O objetivo é ter um tempo de fábrica semelhante ao tempo que o cliente tem necessidade de uma peça (ROTHER & SHOOK, 1998).

2.2.5.3 Estado Futuro (VSD)

O desenho do estado futuro tem a meta de projetar e introduzir um fluxo enxuto de valor. A primeira etapa é desenhar o estado atual, o que é feito a partir da coleta de informações no chão de fábrica. As ideias sobre o estado futuro virão naturalmente enquanto se estiver mapeando o estado atual.

Rother e Shook (2003) afirmam que o objetivo de mapear o estado futuro é destacar as fontes de desperdícios e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor em um "estado futuro" que pode tornar-se uma realidade em um curto período de tempo. A meta é construir uma cadeia de produção onde os processos

individuais são articulados aos seus clientes por meio de fluxo contínuo ou puxada, e cada processo se aproxima ao máximo de produzir apenas na necessidade do seu processo cliente.

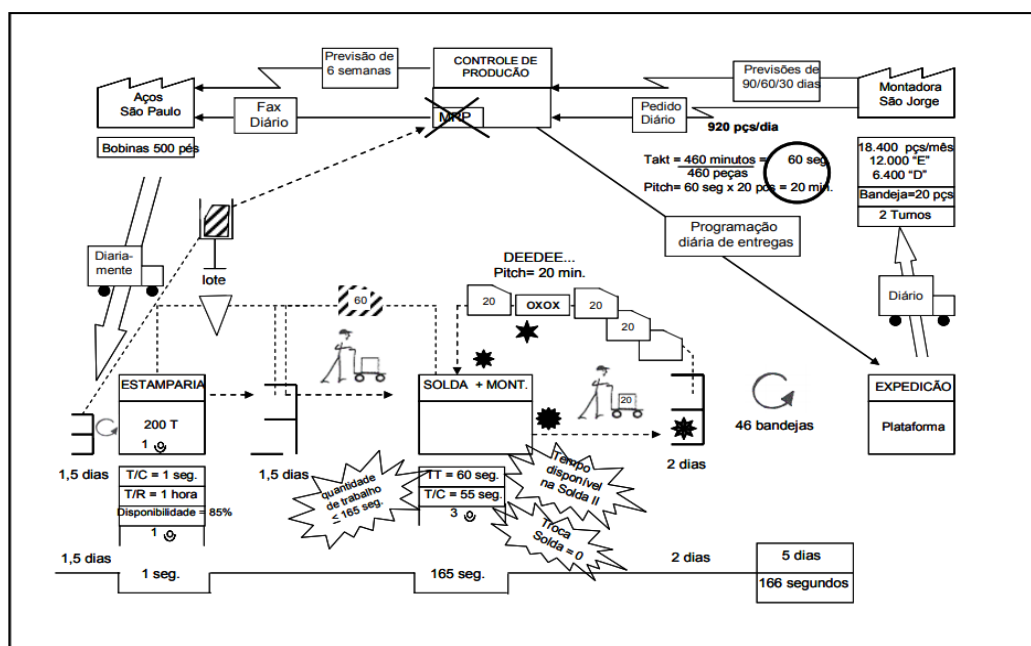
Para Nash e Poling (2008), MFV é desenhado como fotografias do processo. As representações poderosas do processo (ou seja, o fluxo de valor) são usadas para documentar o estado atual (a realidade) e o estado futuro (o objetivo).

Segundo Queiroz *et al.* (2004), para que o mapa do estado futuro consiga atingir o fluxo de valor enxuto da matéria prima ao produto acabado é fundamental obedecer a algumas regras coerentes com os princípios enxutos:

1. Produzir de acordo com o *takt time*;
2. Desenvolver um fluxo contínuo quando possível;
3. Utilizar supermercado para controlar a produção;
4. Procurar enviar a programação do cliente para apenas um processo de produção;
5. Nivelar o *mix* de produção;
6. Nivelar o volume de produção;
7. Desenvolver a habilidade de fazer toda peça todo dia, depois a cada turno, a cada hora.

A figura a seguir, exemplifica o Mapeamento do Estado Futuro.

Figura 7: Exemplo de Mapa do Estado Futuro.



Fonte: Rother e Shook (1998).

Segundo Hartmann (2018), as novas e promissoras oportunidades da digitalização e da Indústria 4.0 para integrar fluxos de informações, para diminuir os prazos de entrega e melhorar a flexibilidade ou a produtividade em ambientes complexos não são cobertas pelo MFV. Embora esteja disponível um grande número de diretrizes e modelos de maturidade para o setor 4.0, nenhum método sólido com uma orientação passo a passo para projetar fluxos de valor holisticamente existe até o momento. Assim, o MFV 4.0 com suas características pode contribuir para o fechamento dessa lacuna.

2.2.5.4 Plano de trabalho & Implementação

Depois do desenvolvimento do mapa do estado futuro, é necessário implementá-lo rapidamente, por meio de providências concretas para se obter o novo cenário. Para isto, é importante construir um plano de ação, uma parte essencial antes de iniciar a implementação de um novo processo, pois nele, devem constar os responsáveis nomeados, as razões para as melhorias do processo, um resumo das condições atuais e futuras, um cronograma lógico e viável e um lugar para registrar as metas quantitativas e os resultados (ROTHER; SHOOK, 2003).

Segundo Bonatto (2014), o plano de trabalho orientará os esforços da empresa na implantação de um fluxo de valor mais enxuto, ou seja, servirá como guia para a implantação das melhorias identificadas no processo produtivo com o objetivo de alcançar o estado futuro. A figura a seguir, exemplifica um plano de trabalho.

Figura 8: Plano de trabalho.

Plano de trabalho & Implementação			
O quê?	Onde?	Por quê?	Como?
Aproveitar máquina maqmóvel ociosa	Setor de Pré-lixação	Diminuir o tempo de ciclo da operação de lixa maqmóvel e consequentemente os estoques intermediários	Realizando manutenção da máquina, treinando funcionário e instalando no processo
Instalar cabines de lixação com iluminação	Setor de lixação	Instalar qualidade na fonte e evitar peças mal lixadas	Reestruturando layout de cabines de lixação e iluminando melhor as cabines
Aplicação 5S	Indústria	Melhorar fluxo de materiais e pessoas	Retirando peças defeituosas que não estão mais no fluxo, limpando e organizando ferramentas e peças nos setores

Fonte: Adaptado de Bonatto (2014).

2.2.5.5 Habilitadores e inibidores do MFV

De acordo com Caldera (2019), um habilitador apóia e facilita a implementação, enquanto um inibidor (ou barreira) impede a implementação e o uso de uma ferramenta, por exemplo.

Segundo Andersson (2020), a dificuldade em obter dados confiáveis para elaboração do MFV vem atrapalhando a análise da ferramenta, tendo a necessidade de combinar os benefícios de um MFV tradicional, com possibilidades de digitalização e utilização de dados em tempo real, para garantir o crescimento futuro da empresa e melhorar a produtividade.

Segundo Abad (2019), é muito comum encontrar empresas que acreditam que o mapeamento do fluxo de valor precisa ser concluído apenas uma vez e que, depois disso, confiam na primeira iteração do mapa para informar e desenvolver pessoas. Um bom mapa do fluxo de valor, no entanto, é vivo – refletindo as mudanças nos nossos processos ao longo do tempo.

Durante a aplicação do MFV em uma fábrica de motores da Volkswagen os autores, Moreira e Fernandes (2001), encontraram dificuldades em relação a coleta e representação das informações, dificultando assim a aplicação da técnica.

Para Khaswala e Irani (2004), a ferramenta MFV também ajuda na divisão de informações na forma de gestão visual, inclusão e delegação de atividades, todavia os autores salientam restrições do tipo:

- Dificuldade em mapear vários produtos de fluxos diferentes;
- Falta de registro gráfico para questões de transportes, filas, distâncias devido ao layout;
- Falta de indicadores financeiros como lucro e custos de operações;
- Falta de gráficos para visualização espacial de leiaute, manuseio de material;
- Deficiência em detalhar o conteúdo de informação do fluxo de informação;
- Falta de um método para escolher o tipo de melhoria a ser feita inicialmente.

Logo, conclui-se que o MFV não corresponde a uma técnica que pode vir a resolver todos os problemas de uma empresa de manufatura.

2.3 INDÚSTRIA 4.0

No ano de 2006 o Governo Alemão estabeleceu um projeto denominado *High*

Tech Strategy, o qual possuía como objetivos estratégicos principais aumentar a produtividade da indústria através da inovação e elevar a competitividade com a manufatura asiática. Derivado desse projeto primordial, 4 anos mais tarde, em 2010, surgiu um novo plano de ação, o *High Tech Strategy 2020*, este que estabelecia a Alemanha como fornecedor principal de soluções de ciência e tecnologia em diversas áreas do conhecimento e tinha como um de seus subprojetos a Indústria 4.0 (FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH, 2006; THE FEDERAL GOVERNMENT, 2014).

Em 2011, durante um dos maiores eventos de tecnologia e automação industrial do mundo, a Feira de Hannover, ocorreu a primeira aparição do termo, apresentada como uma iniciativa do Governo Alemão para o desenvolvimento de alta tecnologia voltada ao sistema de manufatura do país. Assim, a Indústria 4.0 seria a “transformação completa de toda a esfera da produção industrial através da fusão da tecnologia digital e da *internet* com a indústria convencional” (EUROPEAN PARLIAMENT - MERKEL, 2015).

A união entre o mundo real e espaço virtual proposta pela quarta revolução industrial permitiria alcançar a máxima autonomia e eficiência, por meio da mudança do paradigma da produção "centralizada" para "descentralizada", uma inversão da lógica do processo de produção até então. Considerando essas premissas a Indústria 4.0 poderia ser resumida como uma rede colaborativa que combina componentes tecnológicos habilitadores (ANG, GOH, SALDIVAR e LI, 2017).

2.3.1 Componentes da Indústria 4.0

O termo “Indústria 4.0”; “smart factory”; “intelligent factory”; “factory of the future” são nomenclaturas que descrevem uma visão do que será uma fábrica no futuro (BAYGIN *et al*, 2016). Assim, as empresas serão muito mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e ágeis. Outro fator da “smart factory” é que esta desenvolve produtos e serviços inteligentes, com máquinas inteligentes, em cadeias de abastecimento inteligentes, para consumidores cada vez mais exigentes (HUBA *et al*, 2016).

Segundo Vermulm (2018, p.4) a Indústria 4.0 é resultado da “incorporação e do desenvolvimento de um conjunto de tecnologias de base digital”. Esse conjunto pode variar na percepção de diferentes analistas, todavia entre as tecnologias mais

relevantes podem ser citadas as seguintes:

- **Sensores e Atuadores:** os sensores são dispositivos capazes de coletar dados para análises em tempo real sobre variáveis físicas ou químicas de um ambiente produtivo (TONI, 2017). Por exemplo, identificam e registram informações sobre o aumento da eficiência energética de máquinas e de sistemas de produção completos. Essas informações são processadas por controladores que acompanham e gerenciam a produção (VERMULM, 2018). Os atuadores são dispositivos capazes de gerar uma ação, de comandar um movimento, e dessa forma atuam no processo de produção (LITTLE, 2017). Tantos os sensores e os atuadores estão na base de processos de automação industrial (GÖKALP, EBRU; ŞENER; EREN, 2017).
- **Internet das Coisas (IoT):** o crescimento exponencial dos dados está sendo impulsionado pela proliferação de dispositivos que podem se comunicar com outros dispositivos, também chamados de Internet das Coisas (HAMIDI *et al.*, 2018). A IoT auxilia a criação de fábricas inteligentes que governam a mobilidade inteligente, a logística inteligente, o produto inteligente, a rede inteligente e os edifícios inteligentes (WESTMORELAND, 2016).
- **Big Data:** é definido como grandes quantidades de dados sobre a manufatura que podem ser obtidos de diversas fontes, como os equipamentos de produção, sistemas de gestão de empresas e clientes, analisados e, assim, utilizados para a tomada de decisão em tempo real (PEREIRA; SIMONETTO, 2018). Big data é essencial para analisar e agregar dados do setor para novas oportunidades de crescimento de negócios (MCGUIRE; MANYIKA; CHUI, 2012). Segundo Davies (2015), ao usar a análise avançada nos programas de manutenção preditiva, as empresas de produção podem evitar falhas da máquina na fábrica, reduzir o tempo de inatividade em cerca de 50% e aumentar a produção em 20%.
- **Computação em Nuvem:** a computação em nuvem evoluiu através dos recentes avanços em hardware, tecnologia de virtualização, computação distribuída e prestação de serviços pela Internet (OLIVEIRA; THOMAS; ESPADANAL, 2014). A metáfora “nuvem” é uma referência à disponibilidade e acessibilidade onipresentes aos recursos de computação por meio das tecnologias da Internet (SULTAN, 2010). As soluções baseadas na nuvem proporcionam às empresas e aos usuários acesso fácil a um poder de computação massivo a custos

insignificantes (WU; LAN; LEE, 2011). Ao mover as funções de Tecnologia da Informação (TI), como armazenamento, aplicativos de negócios e serviços para a nuvem, as organizações têm o potencial de reduzir o custo total de TI (MARSTON *et al.*, 2011; WU; LAN; LEE, 2011).

- **Inteligência Artificial:** é a área da computação que permite que máquinas tomem decisões autonomamente (SEEBO, 2017). Para tanto é necessário dispor de grandes bases de dados, capacidade de processamento de informações e computação em nuvem. A inteligência artificial viabiliza que produtos e processos produtivos tomem decisões sem a interferência humana (VERMULM, 2018).
- **Tecnologias de Comunicação Sem Fio:** são tecnologias que permitem grande mobilidade dos agentes dos processos produtivos, permitindo tanto a comunicação intraplanta industrial, como corporativa, integrando diferentes sites da empresa, como extrafirma, ao possibilitar a comunicação entre empresas (VERMULM, 2018). Comunicação sem fio são sistemas constituídos por equipamentos, dispositivos, componentes e por softwares que viabilizam a comunicação de dados sem fio (AGARWAL, 2015).
- **Sistemas Integrados de Gestão:** de acordo com Hortensius (2013), são diferentes *softwares* de gestão que integram diferentes atividades de uma unidade industrial, ou que aumentam a eficiência da gestão produtiva, comercial ou financeira da empresa, ou que integram diferentes unidades produtivas de uma mesma corporação.
- **Robótica:** robô industrial é definido como um "manipulador multifuncional reprogramável projetado para movimentar materiais, partes, ferramentas ou peças especiais, através de diversos movimentos programados, para o desempenho de uma variedade de tarefas" (RIVIN, 1987). Os robôs industriais têm sido muito utilizados nos processos de automação programável e flexível, pois são essencialmente máquinas capazes de realizar os mais diversos movimentos programados, adaptando-se às necessidades operacionais de determinadas tarefas e empregando garras e/ou ferramentas oportunamente selecionadas (ROMANO; DUTRA, 2011).
- **Manufatura Aditiva:** devido algumas necessidades de customização promovidas pela Indústria 4.0, métodos de fabricação não tradicionais são necessários para serem desenvolvidos. Assim, a Manufatura Aditiva pode se tornar uma tecnologia-

chave para fabricar produtos customizados devido à sua capacidade de criar objetos sofisticados com vários tipos de materiais através da impressão 3D (DILBEROGLU *et al.*, 2017).

- **Novos Materiais:** há nova geração de materiais que podem ser nano estruturados ou não, que possuem aplicações diversas e que estão contribuindo para o desenvolvimento das tecnologias apontadas acima (VERMULM, 2018). É o caso de novos materiais desenvolvidos para aplicações eletrônicas que estão viabilizando aumento da capacidade de processamento e de armazenamento de dados com baixos custos relativos (DILBEROGLU *et al.*, 2017).

Nesse sentido, as fábricas modificadas por esses pensamentos tornaram-se inteligentes: o CPS (Cyber-Physical System) monitora processos físicos, cria cópias virtuais do mundo físico e toma decisões descentralizadas, se comunica com a IoT (Internet of Things and Services) e ambos cooperam entre si e com os humanos em tempo real, contribuindo para o aprimoramento da cadeia de valor empresarial. Com o passar do tempo e a natural evolução do tema, a Indústria 4.0 tornou-se um termo coletivo para tecnologia e conceitos correlacionados na cadeia de valor organizacional (HERMANN, PENTEK e OTTO, 2015).

Novas gerações de produtos surgirão com a maior difusão de sensores e atuadores nos produtos e com a utilização da inteligência artificial; ou seja, os produtos estarão mais conectados. Isto vale tanto para os bens de consumo como para os bens de capital (VERMULM, 2018).

De uma forma geral, as mudanças propostas pela Indústria 4.0 irão gerar redução de custos de produção, maior flexibilidade dos processos produtivos, aceleração do ritmo de desenvolvimento tecnológico, seja de produtos ou de processos produtivos ou ainda de novas gerações de produtos e novos modelos de negócio (FIRJAN, 2016; MARSH, 2013; VERMULM, 2018).

2.3.2 Princípios da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 possui características distintas, segundo Hermann, Pentek e Otto (2015), a caracterização desses componentes pressupõe o emprego de alguns princípios que são seus derivados, os quais são apresentados a seguir.

- **Integração Horizontal:** os sistemas de tecnologia de informação em diferentes empresas raramente estão interligados, sendo assim, não há uma integração

entre fornecedores e clientes (SANDENGEN *et al.*, 2016). A integração horizontal se refere à integração de toda a cadeia de fornecedores, onde as informações e dados estarão disponíveis para toda a cadeia, possibilitando uma cadeia de valor totalmente automatizada (GILCHRIST, 2016). Com este modelo de integração, novas redes de valor e modelos de negócio podem surgir (WANG *et al.*, 2015);

- **Integração Vertical:** uma organização é formada por vários sistemas físicos e de informação, como atuadores e sensores, controles, gerenciamento da produção, manufatura e planejamento corporativo. A integração dos sensores e atuadores em diferentes níveis, até chegar ao nível de planejamento dos recursos (ERP) é denominada integração vertical (WANG *et al.*, 2015). Esta integração torna a produção mais flexível e reconfigurável, permitindo assim que as empresas possam reagir de forma rápida e eficaz diante de variáveis como nível de demanda, nível de estoque, defeitos de máquinas e atrasos imprevistos (GILCHRIST, 2016);
- **Interoperabilidade:** é o princípio basilar de todo o processo. Se refere à capacidade dos sistemas comunicarem-se com outros sistemas, algo que a faz ser o único princípio que vincula-se diretamente com todos componentes;
- **Virtualização:** configura o processo de criar uma representação virtual em software de um processo físico. Assim, uma cópia do mundo real é criada em um modelo de simulação, algo que possibilita ter todas as informações necessárias dos CPS, como as próximas etapas de trabalho ou arranjos de segurança, permitindo a rastreabilidade e o acesso remoto de todos os processos por meio de sensores;
- **Descentralização:** representa a autonomia do CPS na tomada de decisão, de acordo com as necessidades de produção em tempo real. O CPS não receberá apenas comandos, mas também fornecerá informações sobre seu ciclo de trabalho e apenas em casos de falha reporta-se a uma esfera superior;
- **Modularidade:** trata-se de um conceito onde o sistema é dividido em partes, com interfaces de *softwares* e *hardwares* padronizados. Isto as faz adaptarem-se flexivelmente aos requisitos de mudança, sendo facilmente ajustados em casos de sazonalidades ou alterações de produtos, ou seja, produção conforme demanda;
- **Capacidade em tempo real:** consiste na coleta, análise e transformação de

dados em informações de maneira praticamente instantânea. Dessa forma, o *status* do sistema é monitorado permanentemente e permite a tomada de decisões *on time*;

- **Orientação para serviço:** é caracterizada pela utilização de arquiteturas de softwares voltadas a permitir a operação de um processo com base em requisitos específicos do cliente. Nesse sentido, os recursos de CPS e humanos podem ser utilizados por outros participantes interna e externamente.

As características apresentadas trazem benefícios tanto para a empresa como para os clientes. Para a empresa estas características permitem uma tomada de decisão mais rápida, evita longos atrasos e perdas de produção como também é capaz de reduzir os índices de refugo e retrabalho. Para o cliente, uma maior variedade de produtos é oferecida e com uma velocidade muito mais rápida, atendendo cada vez mais suas exigências.

2.3.3 Implementação da indústria 4.0

O desenvolvimento e a integração da automação digital da produção por meio de eletrônicos, tecnologia da informação (TI) e robôs industriais, levaram a sistemas de manufatura, atualmente denominados como CPS, que permitem uma produção altamente customizada e em massa (KAGERMANN *et al.*, 2013; TORTORELLA *et al.*, 2018).

Em contrapartida, *Lean* é uma abordagem amplamente disseminada que visa reduzir o desperdício e melhorar a produtividade e a qualidade de acordo com os requisitos dos clientes (WOMACK *et al.*, 2007). Para Ritzman e Krajewski (2004), esta abordagem concentra-se em estratégias de operações, processos, tecnologia, qualidade, capacidade, arranjo físico, cadeias de suprimento, estoque e planejamento de recursos. Os sistemas de produção enxuta agrupam tudo para criar processos eficientes. Eles são conhecidos por muitas designações diferentes, que incluem estoque zero, fabricação sincronizada, produção sem estoque, material conforme o necessário e fabricação de fluxo contínuo, cada um com suas diferenças operacionais.

Sibatrova e Vishnevskiy (2016) afirmam que a Indústria 4.0 impactará na Abordagem *Lean*, permitindo superar as barreiras atualmente existentes e trazendo novos desafios para uma implementação bem-sucedida.

A recente integração entre as práticas da Abordagem *Lean* e as tecnologias

da Indústria 4.0 foi intitulada como Automação Enxuta, e visa maior flexibilidade e fluxos de informações mais curtos para atender às futuras demandas do mercado (KOLBERG e ZÜEHLKE, 2015; TORTORELLA *et al.*, 2018).

No entanto, as abordagens atuais necessitam ser ajustadas às necessidades individuais. Evidências encontradas na literatura indicam que a compreensão dessa associação de *Lean* e Indústria 4.0, bem como seu impacto no desempenho operacional ainda precisam ser melhor explorados (EROL, SCHUMACHER e SIHN, 2016; SANDERS, ELANGESWARAN e WULFSBERG, 2016).

Murayama, Reston Filho e Cardoso (2017) indicam que o MFV está intrinsecamente atrelado à Indústria 4.0 por permitir a virtualização do produto e serviços, produção, fornecimento, consumo e negócios. O MFV é a realização completa da virtualização de uma empresa e permite tornar seus processos físicos em digitais, levando a possibilidade de simular contextos e resultados. Dentro do contexto Indústria 4.0, o MFV deixa de operar no eixo horizontal (fluxo de informação – fluxo de material) para o eixo vertical, amarrando a operação fabril com as estratégias da empresa passando pelos processos de desenvolvimento de produto e de serviços.

2.3.3.1 Dificuldades

Apesar da quantidade considerável de material que descreve o potencial das soluções tecnológicas possibilitadas pela Indústria 4.0, muitas empresas ainda não têm uma compreensão clara sobre a sua implementação e diante dos desafios que ainda precisam ser ultrapassados não se sentem preparadas para embarcar nessa nova estratégia. Questões como a padronização, as novas formas de trabalho, segurança e proteção digital, capacidade cognitiva e a inserção das PME's, ainda precisam ser respondidas e analisadas de forma sistemática para criação de um ecossistema que favoreça a transição para esse novo ambiente (SANTOS, 2018).

Quanto ao uso de ferramentas tecnológicas, o primeiro desafio do Brasil é o desenvolvimento de fornecedores de tecnologias. O País vive um paradoxo entre estar em quinto lugar entre os países com mais usuários de internet e sétimo entre os países com o maior número de pessoas desconectadas (Banco Mundial, 2016). Outros desafios podem ser elencados, como a dificuldade da digitalização das cadeias produtivas, o estímulo para adoção de novas tecnologias, aspectos legais e

regulatórios e a formação de recursos humanos. Mais uma vez, reforça-se a falta iniciativas públicas e privadas para o estímulo à mudança da configuração dos sistemas produtivos no Brasil (DUARTE, 2017).

Um dos obstáculos para a adoção de ferramentas tecnológicas é o custo da transição tecnológica dos sistemas de controle e produção. Para as empresas de pequeno e médio porte, o custo da aquisição de tecnologia não será recuperado a curto prazo. Além disso, o tempo destinado ao treinamento e adaptação de funcionários também é um fator que inviabiliza o projeto de digitalização da produção. Para as empresas de grande porte, por outro lado, o argumento para a não adesão das tecnologias reside no fato de será necessário uma grande estrutura para coletar, armazenar e tratar uma grande quantidade de dados gerados diariamente, fato que elevaria os custos da produção (MAJEED e RUPASINGHE, 2017).

Após o levantamento das fontes de dados e estado do sistema estudado, verificou-se que não há dados suficientes para projetar um sistema relacionado à manutenção preditiva a fim de agendar manutenções antes que falhas conhecidas ocorram. Assim, devido à criticidade do assunto, foram estudadas as ações que precisam ser tomadas referentes a este estudo de caso a fim de implantar um sistema eficiente de manutenção preditiva (SIMÕES, 2019).

A evolução e o barateamento das tecnologias necessárias para colocar os conceitos do programa Indústria 4.0 em prática, haverá a transição das indústrias do nível de automação atual para a utilização de sistemas físico-cibernéticos. Logicamente, cada empresa e cada setor terá seu tempo e forma próprios de avançar e direcionar sua visão para os conceitos do programa. Deste modo, é necessária a realização de estudos focados nos pontos onde a tecnologia Indústria 4.0 pode iniciar em cada empresa (COSTA, 2019).

2.4 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR 4.0

O MFV tradicional é um processo manual de "caneta e papel" e a coleta de dados por muitas vezes pode ser desafiador e tedioso. Além disso, oferece apenas um instantâneo do processo, e pequenas mudanças podem mudar drasticamente esta imagem. A Indústria 4.0 pode melhorar o MFV através da coleta de dados em tempo real, esse é o conceito de Value Stream Mapping 4.0 (MEUDT, 2017).

Segundo Buer (2018), ao automatizar a coleta de dados, o tempo gasto e a

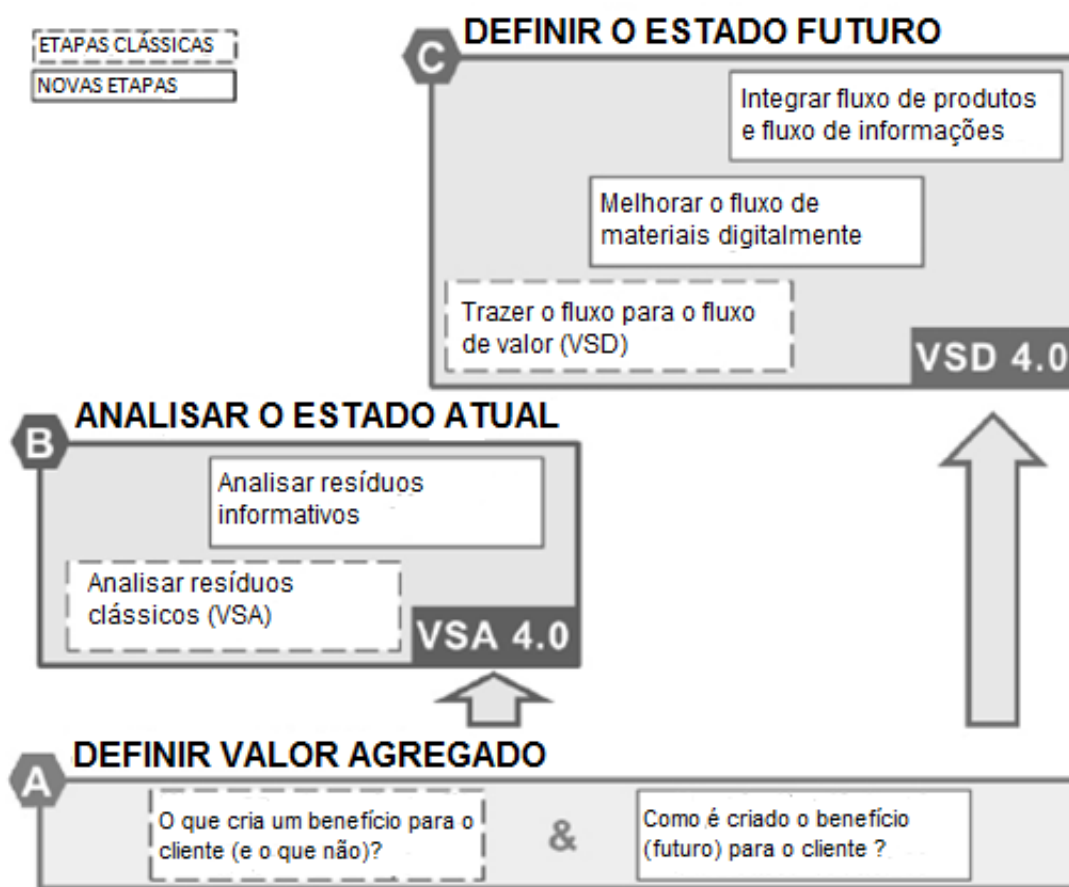
probabilidade de erro são reduzidos. Além disso, uma imagem dinâmica do chão de fábrica é criada, o que aumenta a visibilidade da informação e fornece aos tomadores de decisão informações precisas e em tempo real. Este tipo de MFV em tempo real oferece excelente possibilidade de redução de resíduos, bem como *feedback* imediato sobre as decisões. Isso facilita experimentos na produção, por exemplo, relacionado a tamanhos de lotes e sequenciamento de produção.

O termo Mapeamento de fluxo de valor 4.0 surgiu a partir dos trabalhos de Meudt (2017) e Hartmann (2018). A sua lógica se deve a uma integração de informação e, de processos produtivos, que busca mapear o fluxo de valor para as empresas, permitindo-lhes entender as oportunidades oferecidas pela digitalização e indústria 4.0, de modo que sirva como complemento para facilitar a rastreabilidade, coleta e comunicação de dados, e assim explorar todo o potencial do MFV nos dias atuais.

Segundo Hartmann (2018), a utilização do método MFV 4.0 combina dois métodos bem conhecidos e amplamente utilizados na Manufatura Enxuta; o Estado Atual(VSA) e o Estado Futuro (VSD), embora o objetivo do VSA seja modelar e descrever um fluxo de valor existente (estado atual) da maneira mais transparente para identificar e eliminar facilmente qualquer tipo de desperdício, o VSD posteriormente ajuda a definir um estado ideal em um (estado futuro) realista. No entanto, para aproveitar as vantagens da digitalização e aproveitar ao máximo as oportunidades oferecidas, é necessário um desenvolvimento sistemático do VSA e VSD para um VSA 4.0 e VSD 4.0.

A figura a seguir exemplifica os modelos de VSA 4.0 e VSD 4.0 desenvolvido por Hartmann (2018) citados anteriormente:

Figura 9: Visão geral sobre o método proposto MFV 4.0.



Fonte: Adaptado de Hartmann (2018).

Conforme exemplificado na figura 9 Hartmann (2018) demonstra uma visão geral do método MFV 4.0, esclarecendo as fases existentes e o posicionamento das novas etapas, um total de quatro, as quais trazem de novidade uma abordagem mais tecnológica perante as etapas clássicas, dando ênfase na integração de informações e, de processos produtivos, buscando mapear o fluxo de valor para as empresas e na identificação de melhorias para o processo. As novas etapas alteram seus objetivos conforme a mudança de fase. Sendo a fase "A" a primeira condição para início do método.

2.4.1 Definindo Valor Agregado

De acordo com Hartmann (2017), como pré-requisito para o VSA 4.0 e o VSD

4.0, é necessário estabelecer um entendimento claro de como o produto que consiste em hardware, software, serviço e dados do cliente se valoriza hoje e no futuro. Isso é útil para distinguir entre atividades de agregação de valor e atividades que não agregam valor no fluxo de valor e reconhecer ruídos informativos clássicos. Além disso, é possível obter um entendimento geral dos requisitos de futuros modelos de negócios. A ideia é criar uma vantagem competitiva criando uma configuração do próprio fluxo de valor.

Para Hartmann (2017), historicamente, em ambientes de produção enxuta, o cliente acaba sendo considerado o gatilho para a manufatura e seu ponto final: ao fazer um pedido, ele inicia os processos de produção e recebe o produto acabado no final. Nesse meio tempo, não há pouca interação prevista entre o cliente e os elementos individuais no fluxo de valor.

Segundo Hartmann (2017), na fabricação e no aumento da digitalização, a individualização de produtos permite mudanças nessa atitude histórica de duas maneiras. Em primeiro lugar, as informações sobre a demanda específica do cliente podem ser entregues a cada estação afetada, aumentando de forma consistente e em tempo quase real. A ideia é permitir que cada estação atenda às necessidades individuais de cada cliente, sem qualquer perda de desempenho ou qualidade.

Ainda segundo Hartmann (2017), em segundo lugar, as informações sobre a demanda de um cliente podem ser capturadas ao longo de todo o processo de criação de valor. Esta informação pode incluir, por exemplo, o estado atual da conclusão, resultados do teste ou instruções para a futura utilização do produto. Com isso, o cliente pode ajudar a melhorar seus próprios processos. As consequências dessas possíveis novas oportunidades precisam ser refletidas na análise e no design do fluxo de valor.

2.4.2 Estado Atual 4.0 (VSA 4.0)

Segundo Meudt (2017), o foco do VSA 4.0 é proporcionar uma visualização inicial do fluxo de valor, com ênfase na identificação das informações e conexões relevantes para o funcionamento dos processos como: os tipos de processo, tipos de gravação, frequência para gravação, número de turnos, frequência de fornecimento, número de funcionários, indicadores chave desempenho (KPI) e mídias de armazenamento. Além do fluxo de material, a movimentação das informações dos

processos IL (*Information Logistic*) de um fluxo de valor pode ser visualizado e analisado com o VSA 4.0, podendo, portanto identificar possíveis ruídos informativos. Assim, a partir do VSA 4.0 o VSD 4.0 é realizado e o ILW (*Information Logistic Wastes*) de um fluxo de valor pode ser solucionado com medidas digitais. A construção do VSA 4.0 é dividido em cinco passos:

Primeiro passo: Um mapeamento de fluxo de valor clássico é realizado. Esta etapa é essencial para obter uma compreensão geral de um fluxo de valor. Ao mesmo tempo, potenciais melhorias para o fluxo de material são reconhecidas, o chamado *Kaizen*. Informações relevantes, para o controle do processo durante o processamento do pedido ou logística, são representadas nas caixas de processo, veja a Fig. 10.

Segundo passo: Toda mídia de armazenamento usada para gravar pontos de dados e KPIs são listados. Exemplos de mídia de armazenamento: papel, funcionários, sistemas ERP, sistemas de execução de fabricação, armazenamento de dados em outro sistema de TI, como Excel e etc. A categoria empregado é usada se os funcionários devem observar informações ou reconhecer condições na produção e ter que agir com uma definição de procedimento (por exemplo, o reconhecimento de estoque baixo com subsequente reabastecimento autônomo). Para cada mídia de armazenamento, linhas horizontais, as chamadas raias de natação, são puxadas abaixo dos processos desenhados.

Terceiro passo: Os pontos de dados nas caixas de processo devem ser conectados às mídias de armazenamento através de linhas verticais e junções. Sendo conectados pontos de dados padrão a mídias de armazenamento quando o processo de manufatura necessita de informações gravadas por respectiva mídia. Os pontos de dados que não necessitam das mídias de armazenamento devem permanecer sem ligação de linhas. Posteriormente, o tipo de gravação de dados será caracterizado através da frequência da gravação de dados, do tipo de gravação e do valor real dos pontos de dados determinados (veja a Fig. 11).

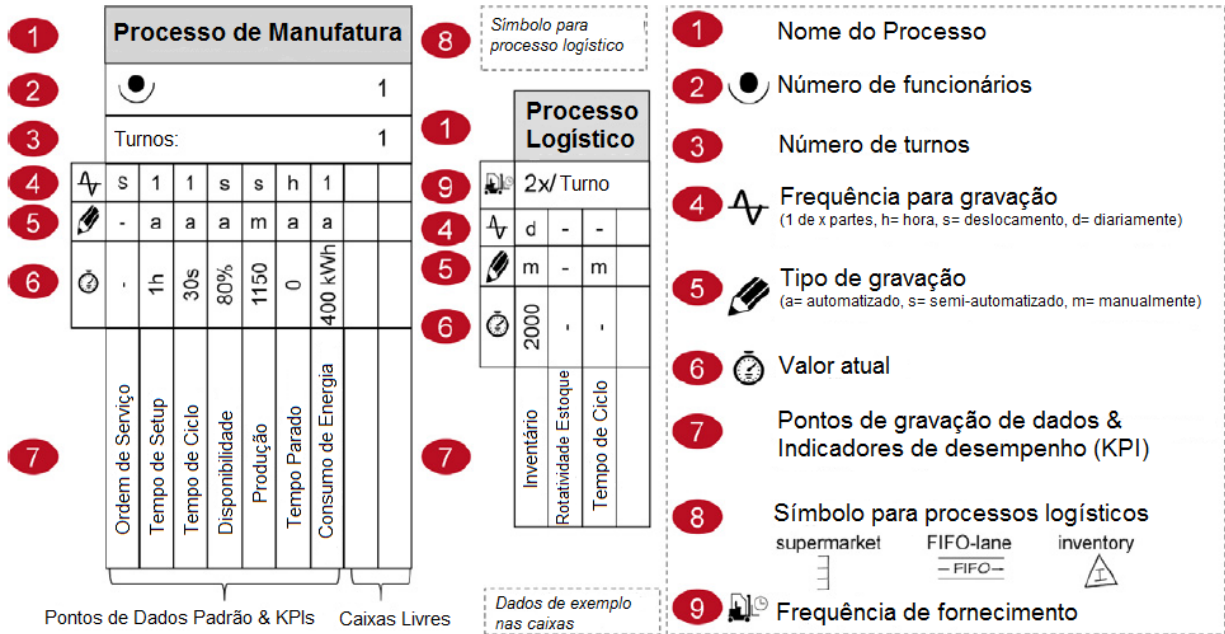
Quarto passo: Visualizar informações que realmente sejam úteis para o processo. Nessa etapa a finalidade de coletar pontos de dados é verificada. Podendo concluir quais informações são coletadas sem uso direto.

Quinto passo: Identificar possíveis melhorias para facilitar a coleta de dados, manuseio das informações, mídia de armazenamento, indicadores de desempenho

(KPI) de maneira digital.

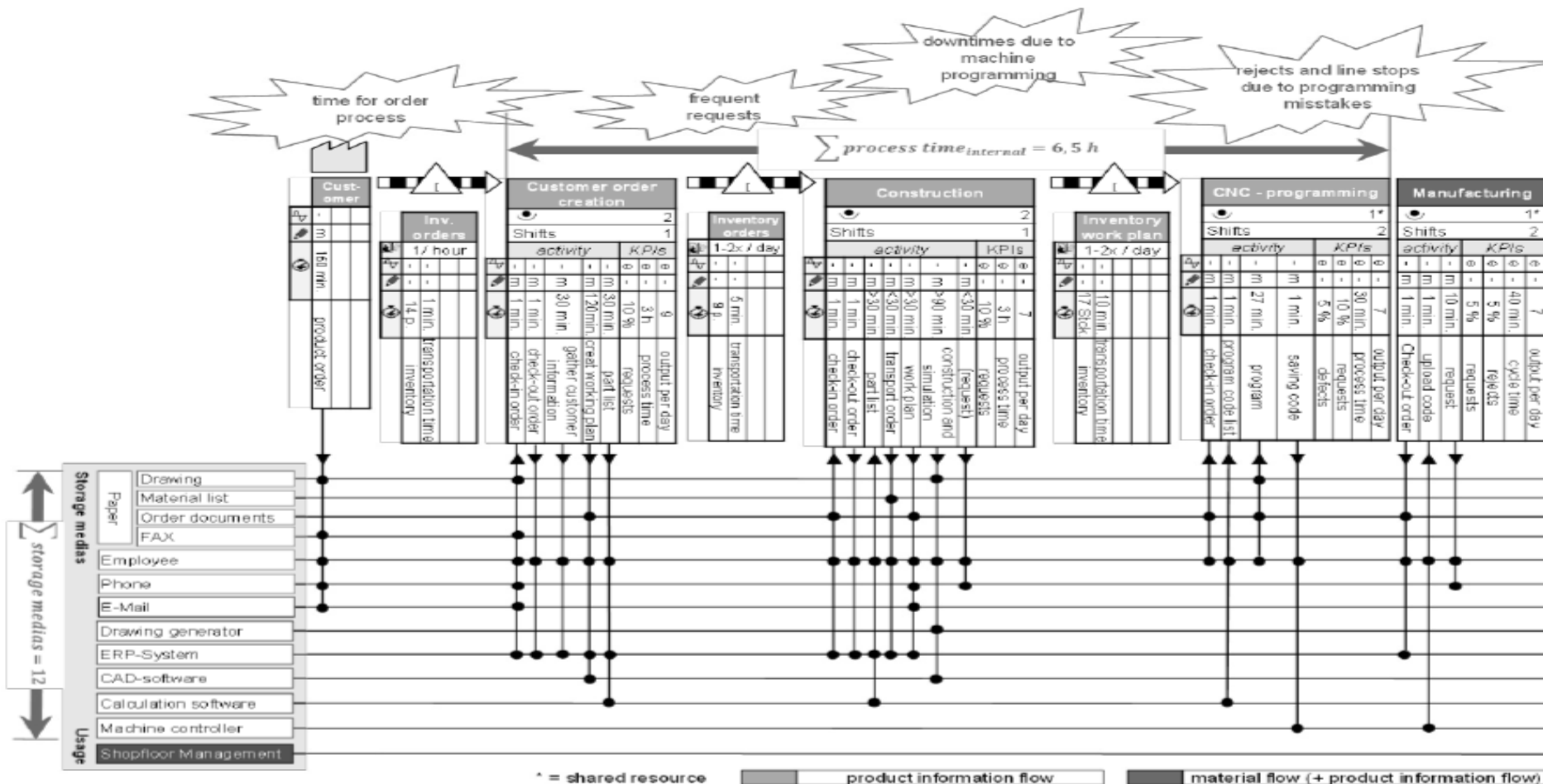
As imagens a seguir exemplificam o modelo de caixa de processo e o mapa do estado atual proposto no método MFV 4.0.

Figura 10: Exemplo caixa de processos do VSA 4.0.



Fonte: Adaptado de Meudt (2017).

Figura 11: Exemplo Mapa do Estado Atual (VSA 4.0).



Fonte: Hartmann (2018).

A figura 11 ilustra o VSA 4.0 demonstrando as conexões existentes entre os pontos de dados existentes nas caixas de processo (parte superior) e as mídias de armazenamento (parte lateral esquerda). As caixas de processo têm o papel de discriminar informações relevantes de estoque e processo, além de diferenciar fluxo de informação do fluxo de material. Os *Kaizen na parte superior* chamam a atenção para os problemas e desperdícios identificados nos processos que devem ser melhorados.

Portanto, ao utilizar o VSA 4.0 empresas que desejam ter um melhor gerenciamento de dados durante todo o fluxo de valor terão um método padronizado para o objetivo de analisar os ILW, com linguagem simples e visão geral sobre a logística de informação e os principais potenciais nos processos de produção. Com essas informações combinadas, é mais fácil obter uma melhor relação custo-benefício para as próximas etapas, como atividades de melhoria contínua de curto prazo ou um projeto de otimização de longo prazo. As informações do VSA 4.0 também podem ser usadas para examinar determinados processos de escritórios (por exemplo, departamento de vendas ou design).

2.4.3 Estado Futuro 4.0 (VSD 4.0)

Segundo Hartmann (2018), o objetivo do VSD 4.0 é propor um sistema computacional para construção e manipulação do estado futuro do fluxo de valor que foi analisado anteriormente, incluindo todos os fluxos de informações relacionadas de maneira digital. O VSD 4.0 desenvolvido é dividido em três etapas:

- Etapa 1: trazer o fluxo para o fluxo de valor (VSD).
- Etapa 2: aprimorar o fluxo de material digitalmente.
- Etapa 3: integrar o fluxo do produto e o fluxo de informações.

2.4.3.1 Trazer o fluxo para o fluxo de valor (Etapa 1)

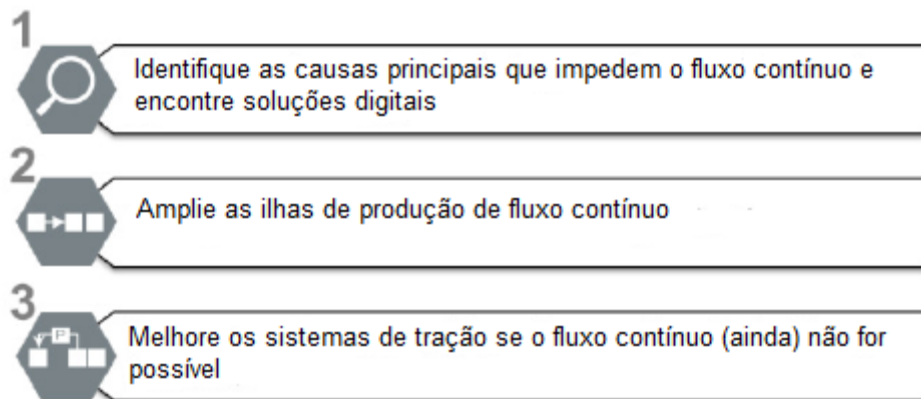
De acordo com Hartmann (2018), o primeiro passo é a execução do estado futuro "clássico" conhecido da literatura de produção enxuta. Nesta parte, os fluxos de materiais na cadeia de valor são projetados para "fluir" o máximo possível com a intenção de tempos de produção e estoques mais baixos com produção estável e

eliminação de resíduos. Começa com a abordagem clássica para ajudar a evitar a digitalização de um processo desnecessário.

2.4.3.2 Aprimorar o fluxo de material digitalmente (Etapa 2)

Hartmann (2018) define que numa segunda etapa, é realizada uma verificação sistemática do processo, onde o fluxo de produto pode ser aprimorado digitalmente. Em três iterativos sub-etapas, várias tecnologias digitais são consideradas para implantação. A Figura 12 mostra as três etapas para aprimorar o fluxo de material digitalmente.

Figura 12: Etapas para aprimorar o fluxo de material digitalmente.



Fonte: Hartmann (2018).

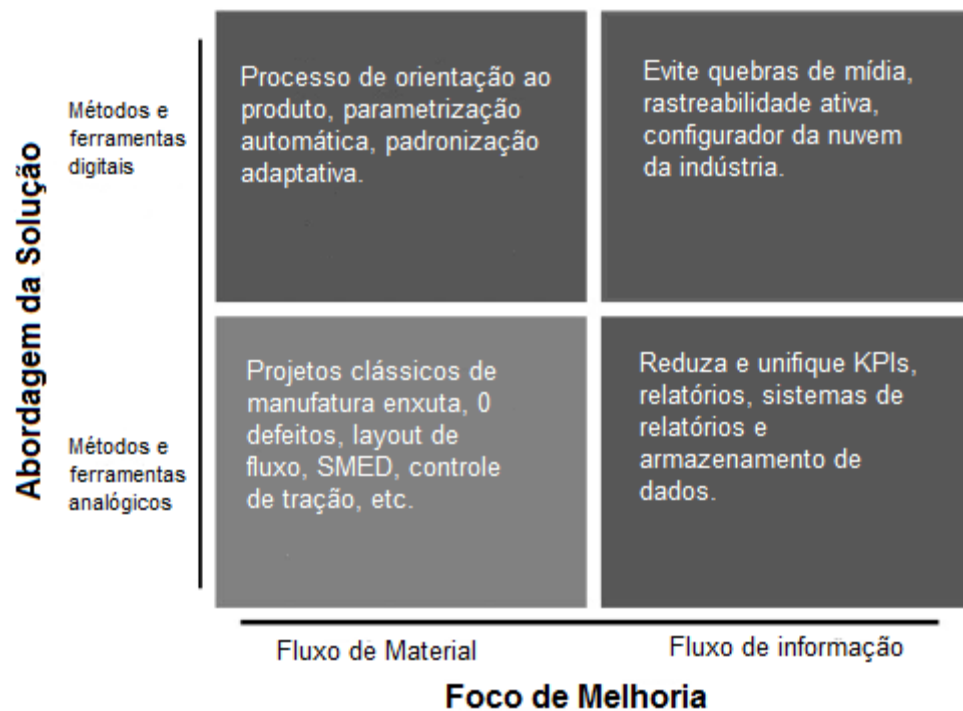
Identifique as causas principais que impedem o fluxo contínuo e localize digitalmente soluções

Para Hartmann (2018), depois de “trazer fluxo para o fluxo de valor” com o clássico projeto de fluxo de valor, o VSD 4.0 concentra-se especificamente em problemas que ainda levam à instabilidade, aumento de estoques e que dificultam o fluxo de produção. Esses problemas são sistematicamente abordados por métodos lean e soluções digitais.

A Figura 13 mostra que a digitalização e a Indústria 4.0 abrem um espaço de soluções e estabilização de processos e melhorias além das abordagens clássicas da solução de produção enxuta. A ideia é que cada comunicação necessária para o processo é fornecido de uma maneira que um humano ou uma máquina pode usar a

informação para começar a trabalhar diretamente (por exemplo, escolha por sistema de iluminação em vez de procedimento operacional padronizado papel ou sistema de controle numérico dinâmico em vez de inserir códigos de programa da máquina manualmente). Nesse ponto, deve ser garantido que nenhuma nova instabilidade técnica ou desperdício haja ao lidar com informações.

Figura 13: Espaço de solução para fluxo de material e informações.



Fonte: Meudt (2016).

Ampliar ilhas de produção de fluxo contínuo

Segundo Hartmann (2018), processos que foram estabilizados, aprimorados ou acelerados pelas ações das sub-etapas anteriores podem permitir uma conexão com outros processos para alcançar áreas maiores de fluxo. Ou seja, oportunidades de aprimoramento devem ser verificadas constantemente.

Melhore os sistemas de tração digitalmente se o fluxo contínuo (ainda) não for possível

Ainda segundo Hartmann (2018), se uma conexão de processos suportados pela solução de TI (tecnologia da Informação) não for possível, sistemas de tração tradicional devem ser usados para limitar estoques. O uso de fluxos de informação

digital em sistemas de tração deve ser examinado para facilitar e reduzir estoques e torná-los mais flexíveis permitindo um fluxo contínuo.

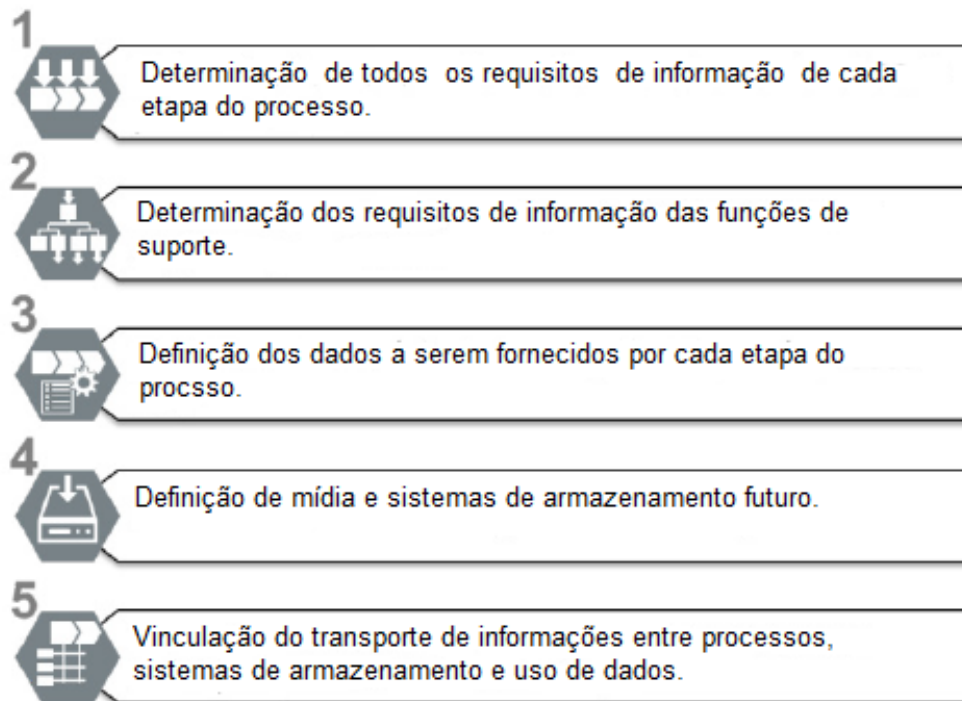
Por exemplo, os sistemas Kanban podem ser substituídos pelo eKanban sistemas para reduzir os tempos de resposta na intralogística e com isso estoques de supermercados diminuem automaticamente os prazos de entrega.

2.4.3.3 Integrar fluxo de produto e fluxo de informações (Etapa 3)

Segundo Metternich (2018), os fluxos de informações em uma empresa estão se tornando mais extensos e complexos devido ao aumento de variantes dos produtos ou mesmo as digitalização devido às soluções da Indústria 4.0. Para um melhor entendimento, é útil dividir os fluxos de informação em fluxos de informações sobre produtos e processos. Informação dos fluxos de produto incluem todas as informações relacionadas ao cliente e seu produto. Podem ser, por exemplo, dados de desenho, dados de projeto ou programas de máquina. As informações do processo incluem informações sobre os próprios processos que são parcialmente independentes de produtos, como dados de estoque ou indicadores de desempenho.

Todas as informações sobre controle, documentação e processo de melhoria devem ser definidas e vinculadas ao armazenamento de mídia futura ao longo de todo o fluxo de valor. O procedimento é mostrado na figura 14 e explicado nas seções abaixo.

Figura 14: Integrar o fluxo do produto e o fluxo de informações do processo.



Fonte: Hartmann (2018).

Determinação de todos os requisitos de informação de cada etapa do processo

Hartmann (2018) define que os processos devem poder iniciar um pedido agendado sem atraso devido à disponibilidade de informações. Isso pressupõe que, além das matérias-primas, materiais auxiliares e suprimentos operacionais, todas as informações necessárias e associadas devem estar disponíveis. Portanto, nesta subpasta, as informações necessárias para realizar os processos em uma cadeia de valor para atender a um pedido do cliente são gravadas. Por exemplo, o processo de liberação precisa de uma lista de peças de construção para montagem (ver Fig. 15).

Determinação dos requisitos de informação das funções de suporte

Ainda segundo Hartmann (2018), os requisitos de informação de todas as funções de suporte são definidos nesta etapa. As funções de suporte estão listadas como pistas de natação horizontais adicionais (linhas horizontais na Fig. 15) na seção de uso do mapa do fluxo de valor. O gerenciamento de chão de fábrica é uma função

de suporte e ilustrado na Fig. 15 como uma pista de natação horizontal. Os KPI's com taxas de produção, vezes de ciclo, taxas de rejeição, OEE e taxas de solicitação devem ser visualizadas em reuniões diárias de chão de fábrica. Outros exemplos possíveis de requisitos de informação são taxas de sucata e gerenciamento de qualidade, níveis de líquido e dados de vibração para manutenção ou dados de energia para gerenciamento de energia.

Definição dos dados a serem fornecidos por cada etapa do processo

De acordo com Hartmann (2018), os processos não apenas têm requisitos de informação para eles mesmos, eles também precisam fornecer ou gerar informações para outras etapas ou funções e atividades do processo, conforme mencionado e definido nas etapas anteriores. Os requisitos de informação definidos anteriormente permitem determinar quais informações devem ser fornecidas por cada processo. Com relação ao exemplo, isso significa que o processo de montagem deve fornecer taxas de saída, taxas de rejeição, tempo de ciclo e taxas de solicitação ao gerenciamento de chão de fábrica e o processo de construção deve preparar uma lista de peças para o processo de liberação (novamente, consulte Fig. 15).

Definição de mídia e sistemas de armazenamento futuros

Hartmann (2018) cita que as mídias e os sistemas de armazenamento devem ser definidos dependendo dos requisitos de informação previamente definidos pela empresa. Esses meios e sistemas são desenhados como raias horizontais na seção mídia de armazenamento do mapa do fluxo de valor. Nesta etapa, por exemplo, pode-se determinar que as taxas de produção de todos os processos serão gravadas automaticamente em um MES (Sistema de Execução da Produção) ou em um Sistema ERP (Planejamento dos Recursos da Empresa).

Vinculando o transporte de informações entre processos, armazenamento sistemas e uso de dados

Nesta última etapa, Hartmann (2018) destaca que a origem das informações

estão conectadas a sistemas de armazenamento ou usuários de dados. No mapa do fluxo de valor, isso é mostrado através de linhas verticais contínuas entre os pontos de informação / dados dos processos e a mídia de armazenamento correspondente, bem como através de linhas verticais tracejadas para uso dos dados. Os pontos devem ser definidos na conexão correspondente. Em geral, deve haver o menor número possível de sistemas de mídia de armazenamento usados em uma empresa.

A figura a seguir, exemplifica o Mapeamento do Estado Futuro 4.0.

A seguir será apresentada a síntese da revisão bibliográfica, onde serão apresentados os resultados obtidos a partir da leitura e comparação dos trabalhos destacados.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método corresponde ao conjunto de ações sistemáticas e racionais que através de sua execução possibilitará atingir o objetivo de produzir conhecimentos válidos e verdadeiros, definindo o roteiro a ser seguido, identificando erros e auxiliando as decisões do pesquisador. (MARCONI, LAKATOS, 2017).

3.1 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa do ponto de vista de sua natureza pode ser classificada como básica que, segundo Silva e Menezes (2005), tem por objetivo gerar conhecimentos novos que serão importantes para a evolução da ciência, ela não possui aplicação prática prevista e envolve verdades e interesses universais.

Quanto a sua abordagem é qualitativa que, segundo Gerhardt e Silveira (2009), através dos métodos qualitativos os pesquisadores buscam explicar o porquê das coisas, expondo o que convém ser feito, não são quantificados os valores e nem se submetem a prova de fatos, pois os dados analisados são não métricos (qualitativos) e se valem de diferentes abordagens.

3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Por se tratar de uma pesquisa que busca contextualizar o MFV 4.0 e propor diretrizes para implementar o MFV 4.0, foi necessário o uso de dois procedimentos metodológicos. Sendo a Revisão Bibliográfica Sistemática, para buscar uma contextualização com caráter científico de dois modelos existentes de MFV, o tradicional e o 4.0, e o método de entrevistas qualitativas, com o objetivo de ser aplicado em especialistas da área, de modo que suas experiências práticas permitam realizar um refinamento das diretrizes propostas, o que levaria ao enriquecimento do modelo, uma vez que as diretrizes originais foram derivadas da literatura e precisam ser analisadas através de uma perspectiva prática.

A figura a seguir demonstra as fases da pesquisa para realização do trabalho.



Fonte: Autor (2020).

3.2.1 Revisão bibliográfica

A estratégia adotada para condução da revisão bibliográfica sistemática baseou-se no roteiro proposto por (CONFORTO, 2011). Onde está organizado em fases e etapas, totalizando 15 etapas que estão distribuídas em 3 fases (entrada, processamento e saída), que é apresentado na figura 18.

Figura 18: Modelo para condução da revisão bibliográfica sistemática – RBS Roadmap



Fonte: Adaptado de Conforto *et al* (2011).

Esta revisão sistemática de literatura será descrita nos Quadros 3, 4 e 5 onde são apresentados as 3 fases deste modelo e as definições de cada etapa segundo

Confort (2011) e também será mostrado as etapas que foram realizadas neste estudo.

Quadro 3: Descrição da fase 1. Entrada

Fase 1. Entrada		
Etapa	Definição (Conforto, 2011)	Realizado no estudo
1.1 Problema	Procura-se responder uma ou mais perguntas com a revisão bibliográfica.	Quais são as principais diretrizes para o MFV 4.0 que contribuem para a implementação nas indústrias?
1.2 Objetivos	Devem ser realizáveis e claros. Também devem seguir os objetivos de pesquisa. Servem de base para efetuar a análise dos artigos que vão ser utilizados.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar inibidores e habilitadores do MFV, na era digital. • Comparar as diferenças entre o MFV e o MFV 4.0.
1.3 Fontes Primárias	São compostos por artigos, periódicos ou bases de dados que são utilizadas para a definição de palavras chave e identificar os principais autores e artigos relevantes.	Artigos encontrados nas bases de dados: Portal de periódicos da CAPES e no Google scholar.
1.4 <i>Strings</i> de busca	Deve-se no processo de criação de uma <i>string</i> de busca identificar os termos e palavras relacionado com tema de pesquisa.	No título contém “Aplicação do MFV na era digital” AND no título contém “VSM 4.0”.
1.5 Critérios de inclusão	Inicia-se a partir dos objetivos de pesquisa para que seja possível definir os critérios de inclusão.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Artigos dos idiomas Português e Inglês. 2) Artigos que abordem os temas, Aplicação do MFV na era digital e VSM 4.0.
1.6 Critérios de qualificação	São utilizados para analisar a importância que o artigo tem para o estudo. É necessário observar elementos do artigo sendo eles: quantidade de citações do artigo, fator de impacto da revista que o artigo foi publicado.	Foi encontrado 73 artigos que apresentaram importância para o trabalho, sendo artigos que destacam inibidores e habilitadores do MFV na era digital e características do MFV 4.0. Também levando em consideração o ano de publicação dos artigos.
1.7 Método e ferramentas	Definição da metodologia de busca e ferramentas contendo as etapas que vão conduzir as buscas, deve ser realizada a definição dos filtros de busca nas bases de dados, qual será a forma de	Para realizar a busca dos artigos iniciou-se a partir da pesquisa apenas nos títulos e após verificou-se o resumo, introdução e conclusão. Realizada esta etapa foi feita a leitura completa e o registro de informações utilizando

	registro de informações dos resultados obtidos nas buscas, etc.	o software StArt.
1.8 Cronograma	Deve-se estipular o cronograma das atividades para a realização da revisão bibliográfica sistemática, estabelecer um prazo que seja factível para a realização da revisão.	Para realização desta pesquisa foi estipulado 8 etapas para ser realizado em 12 meses: 1- Revisão bibliográfica: JAN a AGO de 2020. 2- Determinação dos objetivos: MAI de 2020. 3- Coleta de Dados: AGO a SET de 2020. 4- Análise e interpretação dos dados: OUT de 2020. 5- Relatório final: NOV de 2020. 6- Revisão do relatório: NOV de 2020. 7- Preparação para defesa do TCC I: DEZ de 2020. 8- Defesa TCC I: DEZ de 2020.

Fonte: Autor (2020).

Na FASE 2 “Processamento” é composta pelas etapas de busca, análise dos resultados e documentação. Segue no Quadro 4 a definição de cada etapa desta fase segundo Conforto (2011) e também a descrição de como foi realizado nesta pesquisa.

Quadro 4: Descrição da Fase 2. Processamento

Fase 2. Processamento		
Etapa	Definição (CONFORTO, 2011)	Realizado no estudo
2.1 Condução das buscas	Inicia-se na etapa de busca em que para a realização da mesma deve-se efetuar uma busca por periódico e busca por base de dados simultaneamente esta prática recebe a nomenclatura de busca cruzada.	Foram realizadas as buscas no portal periódico Capes e no Google scholar.
2.2 Análise dos resultados	Aplica-se os filtros de leitura que são compostos por três passos: filtro 1 que consiste na leitura do título, resumo e palavras-chave, filtro 2 em que se faz a leitura da introdução e conclusão e por último o filtro 3 neste passo é feita a leitura completa dos artigos.	Aplicou-se os três filtros.
2.3 Documentação	Nesta etapa são extraídas algumas informações que serão documentadas: quantidade de artigos encontrados por bases de dados, quantidade de artigos excluídos. Devem ser utilizados para a argumentação teórica.	Total de 108 artigos encontrados nas bases de dados. <ul style="list-style-type: none"> • Capes: total de 56 artigos e 17 excluídos após aplicação dos filtros; • Google Scholar: total de 53 e 19 excluídos; • Total artigos utilizados na revisão sistemática: 73 artigos (39 Capes e 34 Google Scholar).

Fonte: Autor (2020).

Encerrando o modelo para realizar uma revisão sistemática de literatura há a fase 3 “saída”. No Quadro 5 é apresentado a definição de cada etapa do Autor Conforto (2011) e detalhado o que foi realizado em cada etapa neste estudo.

Quadro 5: Descrição da Fase 3. Saída.

Fase 3. Saída		
Etapa	Definição (CONFORTO, 2011)	Realizado no estudo
3.1 Alertas	Deve-se inserir os “alertas” nos principais periódicos que foram encontrados durante a realização da revisão sistemática de literatura, estes podem ser inseridos pelo pesquisador e posteriormente receber por e-mail aviso informando dos artigos publicados em edições futuras. Este procedimento é utilizado para rastrear novos artigos e realizar a atualização do repositório de artigos da pesquisa.	Foi inserido “alertas” no portal periódico da Capes e no Google scholar para artigos que apresentam “VSM 4.0” e “Aplicação do MFV na era digital” em seus trabalhos, para rastrear novos artigos publicados que eventualmente apresentam novos estudos.
3.2 Cadastro e arquivo	Os artigos que foram realizados sua leitura na íntegra, e foram analisados e interpretados deverão ser incluídos no repositório dos artigos de pesquisa, em que será feita a marcação no texto, registro e anotação em decorrência da leitura dos artigos da pesquisa.	Foram incluídos 73 artigos.
3.3 Síntese e resultados	Recomendado elaborar um relatório que consiste em uma síntese da bibliografia que foi estudada. Este refere-se a um texto sobre o assunto que foi estudado durante a realização da revisão sistemática de literatura e poderá ser apresentado em formato de uma seção de revisão bibliográfica que adiante será inserida na tese ou dissertação.	O resultado esperado é um relatório com diretrizes para implementação do MFV 4.0, a fim de promover sua utilização.
3.4 Modelos Teóricos	Apresenta os resultados da revisão sistemática de literatura que consistem na construção de modelos teóricos e definição de hipóteses e síntese do tema que foi estudado. Este modelo é utilizado para continuidade da pesquisa e também para que se realize estudos de casos ou aplicação de <i>survey</i> sobre o tema que foi estudado.	Foram caracterizados os artigos de acordo com a área de atuação, auxiliando na análise da contribuição do MFV 4.0 para os processos.

Fonte: Autor (2020).

Feito a descrição de cada etapa da revisão bibliográfica que se realizou neste estudo. A seguir será apresentado o método utilizado nas entrevistas qualitativas, destacando as etapas de sua construção.

3.2.2 Entrevista qualitativa

A pesquisa qualitativa envolve métodos que permitem a coleta, organização, análise e interpretação de material textual derivado de entrevistas, observações e documentos; sendo utilizada para a exploração de significados de fenômenos sociais experimentados pelos próprios atores em seu contexto social (Malterud, 2001).

Portanto, a partir da metodologia aplicada por Da Silveira (2014) em seu trabalho, utilizou-se a parte de entrevistas qualitativas, a fim de refinar as diretrizes iniciais desenvolvidas para o MFV 4.0. A ideia principal por trás da escolha da realização de um estudo que aplicasse entrevistas com especialistas foi que sua experiência prática permitirá a coleta de dados qualitativos, o que levará ao refinamento do modelo. A lógica da entrevista a este trabalho se dá para cada diretriz, o especialista deve responder se concorda ou não com aquela diretriz. A resposta a essa questão iniciará uma discussão que levará ou não a um refinamento na redação da diretriz.

3.2.2.1 Roteiro para entrevista

Para que as entrevistas consigam cumprir de forma satisfatória o objetivo do refinamento, duas características serão necessárias: i) uma seleção adequada de especialistas experientes; ii) um procedimento sistemático bem definido para apresentar as diretrizes, coletar e analisar os dados da entrevista.

Para a seleção dos especialistas, os participantes serão caracterizados de acordo com sua participação em relação à indústria 4.0: como praticante, como consultor e / ou como acadêmico. A seleção dos especialistas também levará em consideração um balanceamento da qualidade das experiências. Sendo desejado ao menos um especialista de cada área, para verificar as orientações por meio de diversas percepções.

Admitindo essas premissas, o protocolo adotado para as entrevistas seguirá as seguintes etapas:

- Etapa 1: Seleção de especialistas
 - Identificação e contato com os especialistas;
 - Marcação das entrevistas.
- Etapa 2: Entrevista
 - Apresentação de uma introdução a respeito do objetivo da entrevista e do método MFV 4.0;
 - Apresentação das dimensões e suas diretrizes inicialmente feitas pelo pesquisador baseado na literatura;
 - Análise das diretrizes pelo especialista.
- Etapa 3: Tratamento dos dados
 - Escrutínio dos refinamentos apontados e das anotações feitas durante as entrevistas;
 - Transcrição *verbatim* das justificativas dos refinamentos apontados;
 - Organização dos refinamentos adotados por dimensão.

Desenvolveu-se para a condução das entrevistas um protocolo que pode ser consultado no Apêndice I.

3.2.2.3 Coleta e tratamento dos dados

Antes de realizar a entrevista definitiva será realizado um teste piloto do questionário para ser respondido e analisada a metodologia do questionário, de modo a corrigir eventuais falhas. Permitindo alinhar o tipo de retorno que os especialistas irão fornecer. Aprovado a estrutura do questionário desenvolvido, a realização das entrevistas seguirá normalmente.

As entrevistas foram realizadas entre os meses de fevereiro a março de 2021, sendo feitas uma única vez através de vídeo chamada, e tiveram aproximadamente 2 horas de duração, foram gravadas e posteriormente transcritas para a realização do refinamento final das diretrizes.

Durante a etapa 2 do protocolo, para orientar a análise das diretrizes pelos especialistas, são sugeridos quatro níveis de avaliação, que são padronizados. Devendo ser interpretados conforme a abrangência e extensão dos conceitos e tecnologias relacionados a cada diretriz com sua dimensão, como segue abaixo:

- Nível 1 – Diretriz sem mudança;
- Nível 2 – Refinamento semântico ou sintático;

- Nível 3 – Mudança no foco da diretriz;
- Nível 4 – Eliminação da diretriz.

A coleta dos dados foi realizada durante a entrevista, onde o pesquisador inicia a gravação do áudio, registra o nível de avaliação apontada pelo especialista e realiza anotações das recomendações.

Para o tratamento dos dados o material coletado durante a entrevista foi organizado e analisado da seguinte maneira:

- Escrutínio das recomendações apontadas e anotações: este procedimento servirá para organizar as recomendações feitas pelos especialistas, e também identificar a existência de recomendações em comum. As anotações são realizadas com o objetivo de melhor entendimento das recomendações indicadas e futura adoção das diretrizes.
- Transcrição *verbatim* das justificativas: este procedimento servirá para transformar as justificativas faladas durante a entrevista em texto. Dessa maneira, os refinamentos adotados para as diretrizes pelo pesquisador, serão acompanhados das suas justificativas, demonstrando o percurso da análise.
- Organização dos refinamentos adotados por dimensão: este procedimento é o posicionamento ou substituição das diretrizes adotadas após as entrevistas em suas devidas dimensões.

3.2.2.5 Estrutura das Diretrizes

Para a construção da estrutura que irá apresentar as diretrizes foi inspirado no trabalho do Santos (2018), onde o autor utiliza de dimensões, sendo que essas dimensões têm a função de gerar uma visão sistêmica dos principais aspectos que envolvem o tema abordado. Portanto, as diretrizes serão divididas em seis dimensões sendo multidisciplinares, e podem ser entendidas como um agrupamento de fatores e capacidades necessárias para uma empresa implementar o MFV 4.0. Elas têm a função de organizar as diretrizes por aspectos que envolvem o MFV 4.0, contemplando os recursos humanos, tecnológicos, os produtos, os processos e a orientação estratégica das empresas de maneira geral. As dimensões não possuem hierarquia, sendo todas elas igualmente importantes para o alcance dos objetivos de implementação. No quadro 6 é apresentada as descrições das dimensões.

Quadro 6: Descrição das dimensões proposta no modelo

DIMENSÃO	DESCRIÇÃO
Cultura Organizacional	A evolução tecnológica nos processos necessita de uma mudança de paradigmas da alta administração, através da promoção e disseminação de uma cultura de inovação e melhoria contínua, da disponibilização de recursos necessários para implementação de novas tecnologias de informação e operação, da adequação da estrutura organizacional, e da busca constante pela satisfação das necessidades dos consumidores.
Recursos	Empresas com processos tecnológicos embarcados, dotados de um sistema de comunicação eficiente, constituirão a base para a coleta de informações em tempo real, permitindo a comunicação constante com o cliente, com a fábrica e com os processos produtivos ao longo da cadeia de valor. Serviços complementares aos produtos, e novos serviços, baseados em dados coletados, e possibilitados pelas tecnologias de conectividade, serão uma fonte importante de receitas das empresas.
Foco	As transformações digitais e o uso intensivo de tecnologias inovadoras não são possíveis sem a devida qualificação e constante atualização das habilidades técnicas e de gestão das equipes de trabalho. As equipes necessitam estar abertas às inovações tecnológicas, e possuírem a atenção de modo a se relacionar e conectar a flexibilidade e autonomia para rápidas mudanças de contexto.
Alinhamento	O alinhamento entre a estratégia da empresa e as políticas dos setores com as pessoas de todos os níveis hierárquicos, possibilita com que todos estejam alinhados com relação à missão, visão de futuro da empresa e seus objetivos. Tornando a organização mais eficaz por meio da inter-relação das tecnologias, métodos, modelos, sistemas de informação (SI), infraestrutura de TI e processos por diretrizes que regem sua evolução no tempo.
Integração	As empresas compostas por sensores e atuadores inteligentes, e instalações e equipamentos com sistemas embarcados avançados, permitirão a comunicação em tempo real entre as máquinas, os produtos, as pessoas e as infraestruturas, formando um ambiente de rede digital. Permitindo a tomada de decisão mais rapidamente.
Revisão	A implementação de novas tecnologias nos processos das empresas pode gerar determinadas dificuldades de ordem técnica, como base de dados redundantes e desorganizadas, programas que impedem a absorção de novos procedimentos com a rapidez e flexibilidade desejadas, ambientes com plataforma de hardware e software inadequados são elementos que dificultam a utilização das TIs.

Fonte: Adaptado do Santos (2018).

O quadro 6 será apresentado e explicado aos especialistas junto com as diretrizes para melhor entendimento.

Dessa maneira, com a divisão das diretrizes por dimensões será mais fácil realizar as entrevistas qualitativas com os especialistas, coletar dados e realizar os refinamentos nas diretrizes iniciais.

A próxima seção deste trabalho consiste em apresentar os resultados obtidos com a análise da literatura e entrevista com os especialistas.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Neste capítulo foram apresentados os resultados que foram obtidos através da realização desta revisão bibliográfica sistemática. Em que foram analisados os trabalhos filtrados permitindo destacar inibidores e habilitadores dos dois métodos, assim permitindo realizar um comparativo entre os métodos, e a criação de diretrizes iniciais para o MFV 4.0 que contribuem para sua implantação.

A apresentação dos inibidores e habilitadores dos métodos seguirá o seguinte formato:

- Apresentação de um quadro “resumo” que apresentará a estrutura de cada trabalho citado, tendo como informação: Autor/ano de publicação, metodologia de pesquisa, objeto de pesquisa, aplicação e característica. E após será feita uma breve discussão sobre o conteúdo das citações.
- Realizada a análise e discussão das citações dos trabalhos apresentados no quadro “resumo”, é apresentado na figura 18 um comparativo entre os dois métodos com base na literatura apresentada.

Abaixo no quadro 2 é apresentado o quadro “resumo”.

Quadro 2: Resumo dos trabalhos obtidos através do filtro.

Autor/ano de publicação	Metodologia de pesquisa	Objeto de pesquisa	Aplicação	Característica
ANDERSSON (2020)	Estudo de caso	Utilização do MFV para aprimoramento da produção	Melhoramento produtivo em uma empresa de manufatura.	Inibidores
ABAD (2019)	Estudo teórico	Evitando erros mais comuns na aplicação do MFV	Utilização do MFV	Habilitadores
KHASWALA <i>et al</i> (2004)	Estudo teórico	Vantagens e desvantagens do MFV	Avaliação e aplicação do MFV	Inibidores e Habilitadores
DUARTE (2017)	Revisão bibliográfica e Estudo de caso	Prospecção tecnológica para a fabricação de camisetas.	Setor têxtil	Inibidores
MAJEED <i>et al</i> (2017)	Estudo de caso	Cadeia de suprimentos futuras incorporadas a indústria 4.0	Avaliação de uma indústria de vestuário e calçados com base em ERP	Inibidores e Habilitadores

HARTMANN (2018)	Estudo de caso	Mapeamento de fluxo de valor 4.0	Análisar e projetar fluxos de valor na era digital	Habilitadores
--------------------	----------------	-------------------------------------	--	---------------

Segundo ANDERSSON (2020), a dificuldade em obter dados confiáveis para elaboração do MFV vem atrapalhando a análise da ferramenta, tendo a necessidade de combinar os benefícios de um MFV tradicional, com possibilidades de digitalização e utilização de dados em tempo real, para garantir o crescimento futuro da empresa e melhorar a produtividade.

Segundo Abad (2019), é muito comum encontrar empresas que acreditam que o mapeamento do fluxo de valor precisa ser concluído apenas uma vez e que, depois disso, confiam na primeira iteração do mapa para informar e desenvolver pessoas. Um bom mapa do fluxo de valor, no entanto, é vivo – refletindo as mudanças nos nossos processos ao longo do tempo.

Khaswala e Irani (2004), destacam desvantagens e limitações, que surgem até em decorrência de algumas características próprias do MFV que são:

- Dificuldade em mapear vários produtos de fluxos diferentes;
- Falta de registro gráfico para questões de transportes, filas, distâncias devido ao layout;
- Falta de indicadores financeiros como lucro e custos de operações;
- Falta de gráficos para visualização espacial de leiaute, manuseio de material;
- Deficiência em detalhar o conteúdo de informação do fluxo de informação;
- Falta de um método para escolher o tipo de melhoria a ser feita inicialmente.

A partir da análise das citações e do mais apresentado no trabalho entende-se que o MFV tradicional vem sendo uma ferramenta difundida e utilizada ao longo do tempo por ser de fácil construção, baixo investimento e que combate os desperdícios clássicos do *Lean*, no entanto não corresponde a uma técnica que irá resolver os problemas existentes em uma empresa de manufatura independente do modelo de operação que ela opera. O MFV tradicional está obsoleto em alguns pontos como destacado pelos autores, principalmente quando envolve comunicação de sistemas digitais. Indústrias que desejam dar um próximo passo no segmento tecnológico em seus parques industriais terão limitações na realização do mapeamento.

Segundo Duarte (2017), quanto ao uso de ferramentas tecnológicas, o primeiro desafio do Brasil é o desenvolvimento de fornecedores de tecnologias. O país

vive um paradoxo entre estar em quinto lugar entre os países com mais usuários de internet e sétimo entre os países com o maior número de pessoas desconectadas (Banco Mundial, 2016). Outros desafios podem ser elencados, como a dificuldade da digitalização das cadeias produtivas, o estímulo para adoção de novas tecnologias, aspectos legais e regulatórios e a formação de recursos humanos. Mais uma vez, reforça-se a falta iniciativas públicas e privadas para o estímulo à mudança da configuração dos sistemas produtivos no Brasil.

Segundo Majeed *et al* (2017), um dos obstáculos para a adoção de ferramentas tecnológicas é o custo da transição tecnológica dos sistemas de controle e produção. Para as empresas de pequeno e médio porte, o custo da aquisição de tecnologia não será recuperado a curto prazo. Além disso, o tempo destinado ao treinamento e adaptação de funcionários também é um fator que inviabiliza o projeto de digitalização da produção. Para as empresas de grande porte, por outro lado, o argumento para a não adesão das tecnologias reside no fato de que será necessário uma grande estrutura para coletar, armazenar e tratar uma grande quantidade de dados gerados diariamente, fato que elevaria os custos da produção.

Segundo Hartmann (2018), a lógica do MFV 4.0 se deve a uma integração de informação e, de processos produtivos, que busca mapear o fluxo de valor para as empresas, permitindo-lhes entender as oportunidades oferecidas pela digitalização e indústria 4.0, de modo que sirva como complemento para facilitar a rastreabilidade, coleta e comunicação de dados, e assim explorar todo o potencial do MFV nos dias atuais.

A partir da análise dos trabalhos destacados sobre MFV 4.0 e indústria 4.0 pode-se visualizar alguns inibidores e habilitadores, com sua intenção de realizar o mapeamento de fluxo de valor da empresa disponibilizando uma integração entre máquinas e possibilitando atenuar ruídos informativos que geram problemáticas nos sistemas produtivos. O MFV 4.0 tem o potencial de ser um diferencial relevante perante a concorrência, nem todas as tecnologias que dão suporte ao MFV 4.0 são novas. Algumas já são utilizadas pela produção industrial, tais como sistemas modernos de gestão, automação eletrônica de processos produtivos, robotização e etc. No entanto um dos seus maiores inibidores será o preço de investimento inicial para algumas indústrias tais como mão de obra qualificada para controlar e dar suporte técnico, máquinas e sensores, tornando o MFV 4.0 uma opção a ser analisada minuciosamente antes de ser adquirida.

A pesquisa supracitada evidência as diferenças existentes entre as duas ferramentas, embora elas tenham como objetivo mapear o fluxo de valor em sistemas produtivos. No entanto apresentam características bem diferentes em alguns quesitos, ter conhecimento do estado que sua empresa se encontra perante a digitalização tornará mais fácil visualizar qual ferramenta fará mais sentido ser implementada. Portanto essa comparação se faz tão importante.

A análise comparativa foi realizada com base na leitura dos artigos destacados anteriormente, onde os critérios de comparação foram verificados. É importante ressaltar que este estudo foi realizado de maneira qualitativa e transformada em quantitativa para melhor visualização e entendimento. A quantidade de estrelas estabelecida para o método, levou em consideração a dificuldade da ferramenta perante o critério comparativo. Sendo considerado 1 estrela como péssimo, e 5 estrelas como ótimo. A seguir segue o comparativo entre MFV tradicional e MFV 4.0 com suas respectivas justificativas.

Figura 16: Comparativo entre MFV tradicional e MFV 4.0

Categoria	MFV	MFV 4.0
Capacidade de integração entre informações	★★★★☆	★★★★★
Capacidade de integração entre processos produtivos	★★★★☆	★★★★★
Facilidade na identificação de desperdícios	★★★★☆	★★★★★
Capacidade na redução de desperdícios	★★★★☆	★★★★★
Integração entre fluxo de produtos e fluxo de informações	★★★★☆	★★★★★
Capacidade de melhoramento do fluxo contínuo	★★★★☆	★★★★★
Capacidade em trazer o fluxo para o fluxo de valor	★★★★☆	★★★★★
Capacidade em visualizar Kaizen	★★★★☆	★★★★★
Facilidade de construção	★★★★★	★★★☆☆
Nível de sustentabilidade	★★★★☆	★★★★★
Investimento necessário	★★★★★	★★★☆☆
Facilidade em obter acesso a informações anteriores	★★★★☆	★★★★★
Capacidade na geração de relatórios	★★★★☆	★★★★★
Nível técnico necessário para sua gestão	★★★★☆	★★★☆☆

Fonte: Autor (2020).

- A categoria “Capacidade de integração entre informações” apresenta duas estrelas para o MFV, pois o usuário do MFV terá que identificar as informações relevantes registradas no mapa e então repassar essas informações para outros postos de trabalho manualmente, com a possibilidade de acontecer ruídos indesejados. No entanto com a utilização do MFV 4.0 será possível ter máquinas trocando informações automaticamente através das conexões existente entre o banco de dados e as máquinas, onde o banco de dados é alimentado pela empresa e pelas máquinas, permitindo assim disponibilizar apenas informações essenciais para as ilhas de produção reduzindo ruídos, informações desnecessárias e tempo ocioso.

- A categoria “Capacidade de integração entre processos produtivos” apresenta duas estrelas para o MFV, pois o MFV não tem a opção de se comunicar com outros itens da fábrica automaticamente, sendo necessário ser feito pelo usuário do mapa manualmente, criando a possibilidade de cometer vários erros. Entretanto, o MFV 4.0 permite realizar essa integração entre os processos. Com a construção de um banco de dados robusto, máquinas capazes e a implantação do MFV 4.0, a empresa será capaz de acompanhar melhor seu processo produtivo como um todo além de disponibilizar aos maquinários informações específicas sobre o pedido que está passando pelo posto de trabalho instantaneamente, aprovando o movimento a ser feita pelo maquinário.
- A categoria “Facilidade na identificação de desperdício” apresenta três estrelas para o MFV, pois mesmo sendo uma ferramenta muito utilizada para o melhoramento da produção, a ferramenta apresenta limitações e exige muito esforço para sua confecção, como ser necessário realizar manualmente sua construção, realizar a construção do MFV por completo a cada otimização no processo e também por não ser capaz de mapear um sistema produtivo muito complexo. Porém, com a utilização do MFV 4.0 a construção do mapeamento se torna automática, sendo alimentada digitalmente, possibilitando o acesso e envio das informações de maneira rápida para toda a indústria, facilitando a leitura e tomada de decisão.
- A categoria “Capacidade de redução de desperdícios” apresenta três estrelas para o MFV, pois alguns desperdícios específicos não são abordados pelo MFV como destacado pelo Khaswala e Irani (2004). Já com a utilização do MFV 4.0 além de ser possível identificar os desperdícios clássicos do *Lean*, possibilita identificar e realizar a tratativa dos desperdícios mais rapidamente, também devidos os sensores instalados nas máquinas estarem logados junto ao MFV 4.0 permite registrar a quantidade e motivo das paradas. O MFV 4.0 também possibilita registrar as informações das linhas de produção de maneira mais confiável, e efetuar o armazenamento dos dados na “nuvem” tornando mais seguro e duradouro os mapeamentos realizados.
- A categoria “Integração entre fluxo de produtos e fluxo de informação” apresenta duas estrelas para o MFV, pois o MFV tradicional não permite realizar a unificação em um sistema as informações dos fluxos de produção

com as do fluxo de informação, sendo analisadas e registradas separadamente. Desse modo tornando o MFV limitado neste quesito para as novas fábricas do século XXI. No entanto, o MFV 4.0 aborda esses conceitos de integração e une esses dois fluxos, apresentando uma ferramenta mais enxuta, permitindo que as células de produção trabalhem em conjunto com as especificações dos pedidos em tempo real, sendo um grande diferencial para as empresas.

- A categoria “Capacidade de melhoramento do fluxo contínuo” apresenta três estrelas para o MFV, pois o MFV se torna limitado quando se deseja fabricar um lote com um alto grau de produtos personalizados e também quando envolve longas distâncias percorridas pelos materiais. No entanto com o MFV 4.0 se torna capaz realizar um fluxo contínuo nessas condições, o sistema operante do MFV 4.0 irá abastecer os maquinários com as informações relevantes de cada produto, de maneira que quando o produto passar pelo maquinário que está do outro lado da fábrica o maquinário irá identificar as especificações do produto e então atuar conforme o pedido, além de registrar todas as informações geradas pelo processo durante a fabricação.
- A categoria “Capacidade em trazer o fluxo para o fluxo de valor” apresenta três estrelas para o MFV, pois o MFV apresenta algumas limitações durante sua utilização, como na realização de um fluxo contínuo em fábricas que apresentam produtos com alto grau de variação, na eliminação de ruídos informativos e também por não haver a opção de quantificar a área ocupada pelo estoque. No entanto, o MFV 4.0 facilita a identificação de desperdícios, devido seu modo operante ser mais confiável, permitindo realizar o PCP mais enxuto, além disso, o MFV 4.0 possibilita também inserir mais opções de acompanhamento de processo em seu mapa operacional, tornando um diferencial considerável para a empresa no comparativo com MFV tradicional.
- A categoria “Capacidade em visualizar Kaizen” apresenta três estrelas para o MFV, pois o MFV é uma ferramenta que ao final da coleta de dados se realiza o mapeamento do estado atual, observa-se os kaizens, e baseado nos kaizens será feita a tomada de decisão, de modo a serem tratados e atingirem a melhoria desejada. No entanto, o MFV 4.0 proporciona trabalhar com sistemas computacionais que efetuam essa coleta de dados de forma automática, reduzindo o risco de erros e simplificando o processo de medição.

Há também a circunstância dos Kaizens não serem divulgados para o setor operacional, devido sua confecção ser em papel e ser necessário um grande esforço da empresa para a divulgação. Contudo o MFV 4.0 permite ser acessado pelos operadores a qualquer momento online, sendo capaz de acompanhar os registros dos fluxos de produção e de informação instantaneamente, facilitando assim a visualização dos Kaizen 's.

- A categoria “Facilidade de construção” apresenta cinco estrelas para o MFV, pois o MFV apresenta ótimos benefícios para as empresas no quesito custo benefício de construção devido sua construção ser de maneira manual. Entretanto, o MFV 4.0 se torna um problema para as empresas que desejam utilizar sua metodologia, pois ainda existe muita dificuldade em encontrar maquinários compatíveis com a indústria 4.0 no Brasil e para sua implantação será necessário investimento em vários setores da empresa, como em uma rede de internet significativamente rápida, sistemas de armazenamento de dados de ponta e profissionais capacitados para lidar com os novos modos operantes da empresa.
- A categoria “Nível de sustentabilidade” apresenta três estrelas para o MFV, pois por se tratar de uma ferramenta que se utiliza de muito papel para sua confecção e atualização, a ferramenta acaba não sendo ambientalmente sustentável. O MFV 4.0 por se tratar de uma ferramenta de operação digital, utiliza de muitas placas e circuitos, no entanto apresentam uma durabilidade alta e com a logística reversa das empresas tecnológicas quando descartado esses sistemas terão um destino ambientalmente correto, dessa forma o MFV 4.0 se torna mais sustentável no comparativo com o MFV tradicional em longo prazo.
- A categoria “Investimento necessário” apresenta cinco estrelas para o MFV, pois para se iniciar a utilização do MFV não será necessário um grande investimento. Será necessário papel, um cronômetro e uma pessoa que domine os conceitos da ferramenta para realizar a construção e sua análise. No entanto o MFV 4.0 ficou com apenas uma estrela por ser necessário um investimento significativo em maquinários específicos, sistema de big data capaz de processar e distribuir as informações de toda cadeia de produção, profissionais capacitados, entre outras coisas.
- A categoria “Facilidade em obter acesso a informações anteriores” apresenta

três estrelas para o MFV, pois como o MFV é realizado a mão com lápis e papel, se torna difícil armazenar esses mapeamentos por um grande período de tempo, por estarem suscetíveis ao desgaste do tempo. No caso do MFV 4.0 os mapeamentos são realizados em computadores e armazenados na “nuvem” ou em big data, portanto mais seguros e fáceis de serem obtidos.

- A categoria “Capacidade na geração de relatórios” apresenta três estrelas para o MFV, pois o MFV tradicional não oferece uma maior variabilidade de informações pertinentes ao sistema produtivo, sendo necessário inserir outras ferramentas para se obter uma visão mais completa da empresa, além de não ser possível mapear produtos com um grau de produção mais complexo ou com um alto grau de customização. No entanto, o MFV 4.0 é capaz de disponibilizar a atualização dos dados do sistema produtivo em tempo real para a confecção dos relatórios, acelerando o acesso aos relatórios e facilitando a tomada de decisão.
- A categoria “Nível técnico necessário para sua gestão” apresenta quatro estrelas para o MFV, pois os conceitos envolvidos para a confecção e análise do MFV tradicional não são de grande complexidade, podendo ser realizada por acadêmicos ou maiores interessados da área. Já o MFV 4.0 por ser uma ferramenta que envolve os conceitos da indústria 4.0, linguagem de programação e internet das coisas, em uma escala industrial, acaba tornando o nível técnico de gestão mais complexo, dificultando encontrar profissionais capacitados no mercado de trabalho.

A partir do comparativo realizado, pode-se perceber as principais diferenças existentes entre os dois métodos de MFV, sendo possível visualizar as características e particularidades de cada método perante a quantidade de estrelas presentes para cada categoria. Dessa forma cabe à instituição escolher o melhor método de acordo com o problema ou situação que se encontra, para poder ter uma maior eficiência em seus resultados. Pois o método será eficiente ou não, caso ela seja usada no contexto adequado de sua aplicação.

4.2 ELABORAÇÃO DAS DIRETRIZES INICIAIS DO MFV 4.0

Baseado na revisão bibliográfica e na análise comparativa realizada entre os

dois métodos, foram desenhadas as diretrizes iniciais que são apresentados a seguir.

Quadro 7: Diretrizes iniciais.

#	Cultura organizacional	Autores
01	É necessário estabelecer a cultura de melhoria contínua na empresa como um todo.	Erol <i>et al</i> (2016), Vermulm (2018)
02	O envolvimento ativo das lideranças em todos os níveis da organização é necessário para promover a mobilização, o alinhamento e o comprometimento, bem como para garantir o uso eficaz das metodologias de gestão.	Vermulm (2018), Dennis (2008)
03	É necessário desenvolver uma orientação para a visão sistêmica, para que cada equipe busque alcançar seus resultados sem prejudicar os resultados das outras áreas e os resultados globais.	Erol <i>et al</i> (2016)
04	A estrutura organizacional e a sistemática de aprovação de decisões devem promover a flexibilidade e autonomia às equipes.	Tortorella <i>et al</i> (2018)
#	Recursos	
05	É necessário mídias de armazenamento e maquinários capazes de se comunicarem via internet, permitindo disponibilizar informações dos processos de maneira automática quando requisitado.	Hatmann (2018), Hortensius (2013)
06	Caso a empresa que esteja implementando o MFV 4.0 tenha dados pessoais, deverá realizar uma proteção desses dados.	Meudt (2017), Vermulm (2018)
07	É necessário capacitar os gestores para agirem dentro dos novos padrões tecnológicos, criarem e realizarem a manutenção da cultura de inovação, e também saberem como manusear e configurar os equipamentos de maneira a conseguirem planejar e solucionar os novos tipos de problemas.	Simões (2019), Baygin <i>et al</i> (2016)
08	Adquirir uma rede de internet compatível com a quantidade de compartilhamento de informações, de acordo com o propósito de implementação.	Oliveira <i>et al</i> (2014), Westmoreland (2016)
09	É necessário armazenar as informações das mídias de armazenamento em local protegido.	Vermulm (2018), Hortensius (2013)
#	Foco	
10	É necessária uma visão de longo prazo que seja significativa para as pessoas em todos os níveis e departamentos.	Baygin <i>et al</i> (2016)
11	A visão de longo prazo deve ser traduzida em metas de médio prazo exigidas para os próximos dois a cinco anos, que devem ser mensuráveis e estimular a inovação.	Kagermann <i>et al</i> (2013)
12	O MFV 4.0 deve ser apresentado aos gestores para acompanhamento dos indicadores, que devem visar o crescimento do negócio, redução dos resíduos informativos e mapeamento do fluxo de produção.	Costa (2019), Rother e Shook (2003)
13	Reduzir a quantidade de sistemas de mídias de armazenamento sem uma função clara para o processo.	Hatmann (2018), Meudt (2017)
14	Estabelecer e aprimorar o fluxo contínuo de informação sempre que possível. De modo que permita que o fluxo seja preciso e sempre em tempo real, evitando que o processo de fabricação pare por erro de informação.	Hatmann (2018)
#	Alinhamento	

15	A alta direção da organização deve priorizar por soluções digitais de acordo com o custo-benefício e com o propósito da melhoria.	Meudt (2017)
16	Todos na organização, em todos os níveis e departamentos, deve estar envolvida em maior ou menor grau no planejamento anual, de forma a aumentar a aderência à execução da estratégia.	Erol <i>et al</i> (2016)
17	As informações devem estar interligadas entre as caixas de processo e as mídias de armazenamento para a construção do MFV 4.0, permitindo o funcionamento da produção.	Meudt (2017), Pereira <i>et al</i> (2018)
18	As conexões existentes entre os pontos de dados nas caixas de processo e as mídias de armazenamento, devem ser definidos em reunião, com base na análise da necessidade e efeito no sistema produtivo.	Meudt (2017)
#	Integração	
19	As metas devem estar integradas às rotinas de gerenciamento de processos ou gerenciamento de projetos, para que o progresso possa ser medido.	Dennis (2008)
20	É necessário desenvolver autodisciplina nas equipes de trabalho para a realização das atividades relacionadas ao andamento das metas dentro da rotina diária.	Rother e Shook (2003)
21	Devem ser elaborados relatórios periódicos de desempenho para apresentação em reuniões, que devem ser realizadas em intervalos adequados em toda a organização, de forma a fomentar discussões mútuas entre gestores e equipes de trabalho.	Simões (2019)
22	As principais conexões de informações entre os processos devem ser mantidas visíveis e atualizadas em todos os locais de trabalho para que todos possam entender, a qualquer momento, o que está acontecendo e o que precisa ser feito.	Hatmann (2018), Meudt (2017)
#	Revisão	
23	Um diagnóstico periódico deve ser realizado por representantes da alta gestão, a fim de ouvir e compreender as dificuldades das equipes em gerir a produção e o MFV 4.0, assim, fornecer suporte, de forma que fomenta a discussão mútua sobre as práticas de gestão.	Hatmann (2018), Rother e Shook (1998)

Fonte: Autor (2020).

4.3 RESULTADO DAS ENTREVISTAS

As entrevistas foram realizadas de maneira digital em fevereiro de 2021 e tiveram duração média de 2 horas cada, foram gravadas e posteriormente transcritas para a realização do refinamento final das diretrizes. Os quatro especialistas participantes do refinamento não terão suas identidades compartilhadas, no entanto será comentado suas experiências de acordo com o tema.

Quadro 8: Descrição dos especialistas.

Especialista	Experiência	C	P	A
#e1	O especialista tem aproximadamente 11 anos de experiência com o Lean na gestão estratégica como consultor e profissional da área. Possui graduação em Engenharia de Produção e mestrado. Ele desenvolve trabalhos aplicando o MFV tradicional, e têm ótima experiência com a indústria 4.0, por ter desenvolvido seu mestrado abordando fluxos de informação e tecnologias da indústria 4.0.	x		
#e2	O especialista tem aproximadamente 15 anos de experiência com o Lean, TQM e gestão estratégica. Sua experiência com o MFV e com a indústria 4.0 se dá pela sua graduação em Engenharia de Produção e por sua trajetória de trabalho que atualmente trabalha em uma indústria de injeção de plástico, que vem realizando investimentos no desenvolvimento de seu parque industrial, implementando maquinários de operação digital e no tratamento dos dados digitais.		x	
#e3	O especialista tem aproximadamente 6 anos de experiência como docente universitário e atualmente vem desenvolvendo estudos voltados a aplicação do lean manufacturing e indústria 4.0 de maneira acadêmica. Possui graduação em Engenharia de Produção; especialização em Marketing; especialização em Gestão Estratégica de Empresas; mestrado em Engenharia Urbana e doutorado em Engenharia Química.			x
#e4	O especialista tem aproximadamente 6 anos de experiência como docente universitário e vem desenvolvendo estudos voltados a aplicação do lean manufacturing e indústria 4.0 de maneira acadêmica. Possui graduação em Licenciada em Matemática, Mestrado em Engenharia Elétrica e Doutora em Engenharia Elétrica. Tem experiência na área de Pesquisa Operacional, atuando principalmente nos seguintes temas: otimização, problemas de rotas, problemas de corte, programação matemática fuzzy, grafos, problemas de transporte multimodal fuzzy.			x
Legenda:[C] consultor; [P] praticante; [A] acadêmico				

Fonte: Autor (2021).

O Quadro 9 a seguir apresenta o formulário de registro dos níveis de avaliação preenchido, conforme definido pelos especialistas durante as entrevistas.

Quadro 9: Formulário de registros dos níveis.

Diretrizes	Especialistas			
	#e1	#e2	#e3	#e4
#1	1	1	1	1
#2	1	2	1	1
#3	1	1	1	1
#4	2	2	2	2
#5	2	2	2	1
#6	2	1	1	2
#7	1	2	2	2
#8	2	2	2	1
#9	2	2	2	1
#10	1	2	1	1
#11	1	1	1	1
#12	1	2	1	1
#13	1	1	1	1
#14	1	1	1	1
#15	2	2	2	2
#16	1	1	1	2
#17	1	1	1	1
#18	1	2	2	2
#19	2	1	1	1
#20	1	2	2	2
#21	1	2	1	1
#22	1	1	1	1
#23	2	2	2	1
Legenda dos Níveis				
Nível 1	Diretriz sem mudança;			
Nível 2	Refinamento semântico ou sintático;			
Nível 3	Mudança no foco da diretriz;			
Nível 4	Eliminação da diretriz.			

Fonte: Autor (2021).

Ao analisar o quadro 9, observa-se que em algumas linhas apresentou-se recorrência do nível 1, indicando que as diretrizes alcançaram maior grau de concordância entre os especialistas, com a versão inicialmente desenvolvida, desse modo, não sendo necessário nem uma mudança.

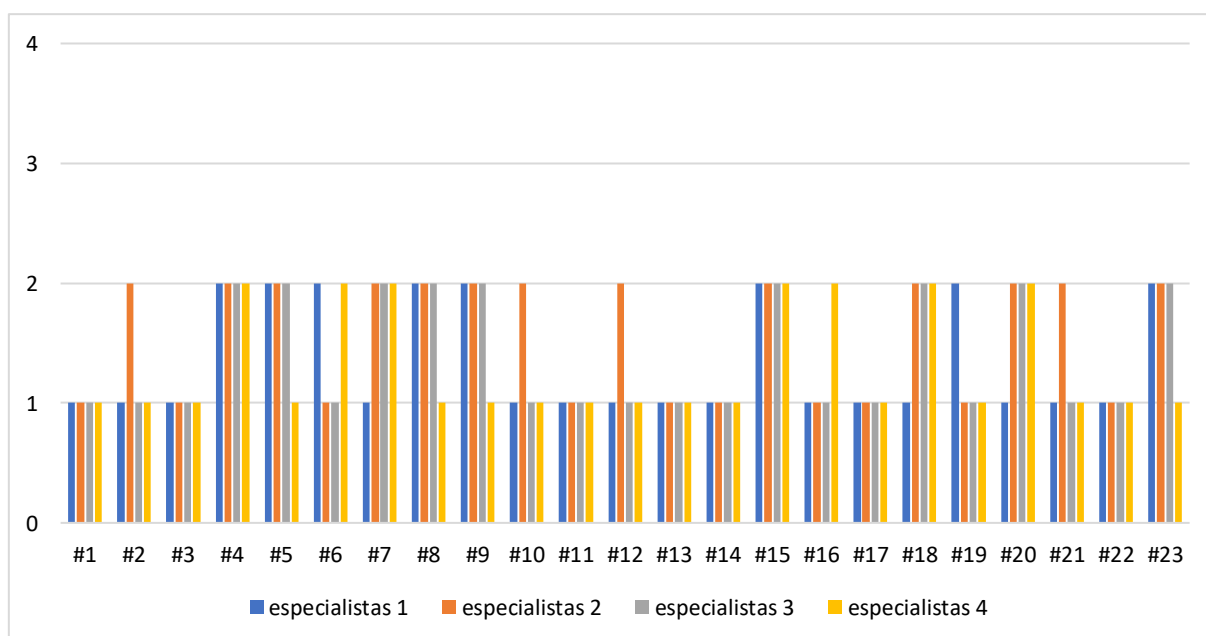
Também é possível observar que os especialistas quando entendiam a necessidade de realizar alguma mudança nas diretrizes utilizaram os nível 2, isso se deve ao fato de que o nível 2 representa uma pequena alteração na semântica ou sintaxe da diretriz, o que significa que a ideia central da diretriz foi compreendida. Os

refinamentos nessas situações são mais de natureza ortográfica. Nesses casos, os especialistas tentaram aprimorar a redação da diretriz, principalmente com três vertentes:

- Para chegar a uma diretriz mais simples;
- Alcançar uma redação autoexplicativa;
- Alcançar uma diretriz genérica, com foco em princípios e propósitos do método.

Após o término das entrevistas, foi desenvolvido o gráfico 1 com base no quadro 9, com objetivo de facilitar a visualização dos níveis de avaliação entre os outros especialistas.

Gráfico 1: Níveis das diretrizes.



Fonte: Autor (2021).

Realizando uma análise comparativa entre as respostas dos especialistas, observa-se no gráfico 1 a necessidade de realizar o refinamento semântico ou sintaxe nas diretrizes #4; #5; #7; #8; #9; #15; #18; #20 e #23, pois essas diretrizes apresentam margem para melhoria segundo analisado pelos especialistas. Também é possível observar que não existiu diretrizes que receberam os níveis 3 e 4, neste caso houve um entendimento por parte dos especialistas durante suas análises a não necessidade de utilizar tais níveis.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A realização das entrevistas teve um papel fundamental no aprofundamento e compreensão sobre a sistematização e desenvolvimento de um modelo de diretrizes capazes de orientar a conduta a respeito do MFV 4.0.

Isso foi possível principalmente pela realização das recomendações feitas pelos especialistas durante as entrevistas, possibilitando obter uma reflexão de cada relato e desenvolver os refinamentos de forma adequada. Essas recomendações sugeridas pelos especialistas são apresentadas a seguir.

- **Recomendação #1:** Implica que as diretrizes devem representar uma referência de implementação ideal, ao invés de uma coleção das melhores ferramentas e técnicas “no mercado”. Assim, não deve haver diretrizes “básicas” e outras “avançadas”. A diretriz deve estar no mesmo nível homogêneo de dificuldade. Essa homogeneidade depende do atendimento ao propósito da empresa, e não dos modos de implementação.
- **Recomendação #2:** A diretriz 3 está comprometendo a diretriz 4, por causa do seguinte raciocínio: se as equipes devem ter flexibilidade e autonomia para tomada de decisão, como elas irão fazer isso sem prejudicar os resultados das outras áreas. Por isso deve ser atualizada a diretriz 4.
- **Recomendação #3:** Implica que, idealmente, o modelo não deve obrigar adquirir máquinas ou ferramentas específicas, como destacado na diretriz 5, porque estas são uma questão de como o método será implementado e, portanto, as máquinas e ferramentas aplicadas pela organização podem variar dependendo de seu nível de avanço na implementação dos princípios.
- **Recomendação #4:** A diretriz 7 deve ter sua linguagem modificada, pois os gestores devem focar no princípio central de suas áreas, sendo que a diretriz inicial está atribuindo função que não condiz com sua conduta, como realizar manutenção nos equipamentos.
- **Recomendação #5:** Em 2018 a lei geral de proteção de dados entrou em vigor, e devido o MFV 4.0 trabalhar com fluxo de informação é importante destacar na diretriz 9 a necessidade de realizar uma maior proteção desses bancos de dados e das informações que serão registradas, também é importante destacar o tempo de arquivamento desses dados.
- **Recomendação #6:** Como pode acontecer de indústrias estarem em momentos

distintos em compartilhamento de dados, não se faz necessário a empresa adquirir uma rede de internet de alta potência, sendo que ela não necessita de toda essa oferta. Portanto cabe adequar a diretriz 8 de forma que deixe isso melhor entendido.

- **Recomendação #7:** A diretriz 15 destaca que a alta direção deve priorizar por soluções digitais, de acordo com o custo-benefício, e com o propósito da melhoria. No entanto, é necessário realizar um refinamento, sendo que deve-se avaliar as soluções digitais dentre as soluções possíveis e de acordo com o custo-benefício.
- **Recomendação #8:** A diretriz 18 define que as conexões entre as mídias de armazenamento e as caixas de processos devem ser definidas através de reuniões, no entanto, realizar essas reuniões com colaboradores de diferentes funções permite uma visão mais completa dos processos produtivos deixando a reunião mais rica de conhecimento.
- **Recomendação #9:** A diretriz 20 pode ser melhorada de modo a tornar ela mais receptiva, não sendo tão incisiva. Por esse motivo, a linguagem da diretriz pode ser substituída de “necessário” para “estimular”, pois as diretrizes precisam ter essa característica de linguagem.
- **Recomendação #10:** A diretriz 23 destaca que o relatório deve ser realizado por representantes da alta gestão, a fim de ouvir e compreender as dificuldades. No entanto, os responsáveis pelo processo que devem realizar esse relatório, pois eles que presenciam as dificuldades e facilidades do método.
- **Recomendação #11:** Deve realizar periodicamente a revisão das metas para prever eventuais correções das metas.

Estes resultados qualitativos obtidos são uma contribuição metodológica que pode ser interpretada como um conjunto de filtros que constataram problemas com as diretrizes iniciais, e a partir delas foi possível aprimorar e implementar as diretrizes.

A seguir são apresentadas as justificativas de refinamento nas diretrizes após análise das recomendações realizadas pelos especialistas.

- **Diretriz #4:** Como destacado na recomendação #2, a diretriz 4 aborda como premissa que as equipes devem ter flexibilidade e autonomia para tomada de decisão, isso pode promover decisões locais, focadas em resultados

operacionais, não vinculados com os resultados globais. Consequentemente comprometendo a diretriz 3, que promove alcançar seus resultados sem prejudicar os resultados das outras áreas e os resultados globais.

- Diretriz #5: Como destacado na recomendação #3, devido o método do MFV 4.0 não obrigar a aquisição de máquinas ou ferramentas específicas, e ser possível realizar a compra dessas máquinas de acordo com o nível tecnológico e objetivo da empresa. Desse modo, a diretriz nº 5, teve os termos “verificar a viabilidade”, “de acordo com com o objetivo da empresa” inseridos.
- Diretriz #7: Como destacado na recomendação #4, os gestores não necessariamente devem saber como configurar e solucionar os problemas com os equipamentos, mas que sejam capazes de planejar e direcionar as soluções dos novos tipos de problemas.
- Diretriz #8: Como destacado na recomendação #6, As indústrias devem adquirir uma rede de internet compatível com seu fluxo de compartilhamento de informação, e de acordo com seu cronograma de implementação do método.
- Diretriz #9: Como destacado na recomendação #5, devido a lei geral de proteção de dados pessoais, Lei nº 13.709/2018, e a existência de hackers que podem acessar as mídias de armazenamento, existe a necessidade de fiscalizar as portas de acesso a esse banco de dados.
- Diretriz #15: Como destacado na recomendação #7, segundo a diretriz inicial, a organização deve priorizar por soluções digitais. No entanto, cabe uma readequação na diretriz, pois a organização deve avaliar as soluções digitais dentre as soluções possíveis, devido nem sempre a solução digital ser a melhor.
- Diretriz #18: Como destacado na recomendação #8, as conexões entre as mídias de armazenamento e as caixas de processos devem ser feitas de acordo com a necessidade do processo e do propósito do fluxo de valor, para isso deve-se realizar reuniões com equipes multifuncionais, pois esses colaboradores trabalham com diferentes áreas da organização, e irá possibilitar uma melhor visualização das conexões necessárias e do real propósito do fluxo de valor.
- Diretriz #20: Como destacado na recomendação #9, se faz necessário um refinamento semântico para melhor entendimento da diretriz.
- Diretriz #23: Como destacado na recomendação #10, o relatório periódico deve

ser realizado pelos colaboradores que participam do MFV 4.0, pois eles que vem tendo que trabalhar com os equipamentos. Além disso, deve ser identificado as dificuldades mas também as evoluções obtidas com o método a fim de entender a evolução da implementação.

O quadro 10 apresenta os refinamentos aplicados após análise das recomendações, e também é possível observar como eram as diretrizes iniciais comparado com as novas desenvolvidas.

Quadro 10: Diretrizes Iniciais vs Diretrizes Refinadas

#Diretrizes Iniciais		#Diretrizes Refinadas	
Cultura Organizacional			
1	É necessário estabelecer a cultura de melhoria contínua na empresa como um todo.	1	Sem mudança
2	O envolvimento ativo das lideranças em todos os níveis da organização é necessário para promover a mobilização, o alinhamento e o comprometimento, bem como para garantir o uso eficaz das metodologias de gestão.	2	Sem mudança
3	É necessário desenvolver uma orientação para a visão sistêmica, para que cada equipe busque alcançar seus resultados sem prejudicar os resultados das outras áreas e os resultados globais.	3	Sem mudança
4	A estrutura organizacional e a sistemática de aprovação de decisões devem promover a flexibilidade e autonomia às equipes.	4	A estrutura organizacional e a sistemática de aprovação de decisões devem promover a liberdade de criação e autonomia de execução, desde que atendidos os procedimentos operacionais solicitados para o setor.
Recursos			
5	É necessário mídias de armazenamento e maquinários capazes de se comunicarem via internet, permitindo disponibilizar informações dos processos de maneira automática quando requisitado.	5	Verificar a viabilidade e necessidade de acordo com o objetivo da empresa, a implementação de mídias de armazenamento e maquinários capazes de se comunicarem via internet, permitindo disponibilizar informações dos processos de maneira automática quando requisitado.
6	Caso a empresa que esteja implementando o MFV 4.0 tenha dados pessoais, deverá realizar uma proteção desses dados.	6	Sem mudança

7	É necessário capacitar os gestores para agirem dentro dos novos padrões tecnológicos, criarem e realizarem a manutenção da cultura de inovação, e também saberem como manusear e configurar os equipamentos de maneira a conseguirem planejar e solucionar os novos tipos de problemas.	7	É necessário capacitar os gestores para agirem dentro dos novos padrões tecnológicos, criarem e realizarem a manutenção da cultura de inovação, e também que consigam planejar e direcionar as soluções dos novos tipos de problemas.
8	Adquirir uma rede de internet compatível com a quantidade de compartilhamento de informações.	8	Adquirir uma rede de internet compatível com a quantidade de compartilhamento de informações, de acordo com o propósito de implementação.
9	É necessário armazenar as informações das mídias de armazenamento em local protegido.	9	É necessário armazenar as informações das mídias de armazenamento em local protegido, e também fiscalizar as portas de acesso a esse banco de dado.
Foco			
10	É necessária uma visão de longo prazo que seja significativa para as pessoas em todos os níveis e departamentos.	10	Sem mudança
11	A visão de longo prazo deve ser traduzida em metas de médio prazo exigidas para os próximos dois a cinco anos, que devem ser mensuráveis e estimular a inovação.	11	Sem mudança
12	O MFV 4.0 deve ser apresentado aos gestores para acompanhamento dos indicadores, que devem visar o crescimento do negócio, redução dos resíduos informativos e mapeamento do fluxo de produção.	12	Sem mudança
13	Reduzir a quantidade de sistemas de mídias de armazenamento sem uma função clara para o processo.	13	Sem mudança
14	Estabelecer e aprimorar o fluxo contínuo de informação sempre que possível. De modo que permita que o fluxo seja preciso e sempre em tempo real, evitando que o processo de fabricação pare por erro de informação.	14	Sem mudança
Alinhamento			
15	A alta direção da organização deve priorizar por soluções digitais de acordo com o custo-benefício e com o propósito da melhoria.	15	A organização deve avaliar as soluções digitais dentre as soluções possíveis de acordo com o custo-benefício e com o propósito da melhoria.
16	Todos na organização, em todos os níveis e departamentos, deve estar envolvida em maior ou menor grau no planejamento anual, de forma a aumentar a aderência à execução da estratégia.	16	Sem mudança

17	As informações devem estar interligadas entre as caixas de processo e as mídias de armazenamento para a construção do MFV 4.0, permitindo o funcionamento da produção.	17	Sem mudança
18	As conexões existentes entre os pontos de dados nas caixas de processo e as mídias de armazenamento, devem ser definidos em reunião, com base na análise da necessidade e efeito no sistema produtivo.	18	As conexões necessárias entre os pontos de dados nas caixas de processo e as mídias de armazenamento, devem ser definidos em reunião multifuncional, com base na análise do propósito do fluxo de valor.
Integração			
19	As metas devem estar integradas às rotinas de gerenciamento de processos ou gerenciamento de projetos, para que o progresso possa ser medido.	19	Sem mudança
20	É necessário desenvolver autodisciplina nas equipes de trabalho para a realização das atividades relacionadas ao andamento das metas dentro da rotina diária.	20	Como objetivo deve-se estimular o desenvolvimento da autodisciplina nas equipes de trabalho, para a realização das atividades relacionadas ao andamento das metas dentro da rotina diária.
21	Devem ser elaborados relatórios periódicos de desempenho para apresentação em reuniões, que devem ser realizadas em intervalos adequados em toda a organização, de forma a fomentar discussões mútuas entre gestores e equipes de trabalho.	21	Sem mudança
22	As principais conexões de informações entre os processos devem ser mantidas visíveis e atualizadas em todos os locais de trabalho para que todos possam entender, a qualquer momento, o que está acontecendo e o que precisa ser feito.	22	Sem mudança
Revisão			
23	Um diagnóstico periódico deve ser realizado por representantes da alta gestão, a fim de ouvir e compreender as dificuldades das equipes em gerir a produção e o MFV 4.0, assim, fornecer suporte, de forma que fomente a discussão mútua sobre as práticas de gestão.	23	Um diagnóstico periódico deve ser realizado pelos próprios participantes do fluxo, e corroborado pela alta direção, a fim de ouvir e compreender as dificuldades e as evoluções relatadas pelas equipes sobre o MFV 4.0, assim, fornecer suporte, de forma que fomente a discussão mútua sobre as práticas de gestão.

Fonte: Autor (2021).

Após colocar as diretrizes iniciais e refinadas uma ao lado da outra no quadro 10, foi possível notar grandes melhorias em sua capacidade de direcionamento, não há mais diretrizes que se contradizem, tornando-se mais aplicável o modelo e seu

entendimento. Antes da realização do refinamento as diretrizes iniciais apresentavam algumas falhas, como na maneira de se expressar, dificultando seu entendimento ou mesmo sendo escrita de forma incisiva, sem a devida característica de diretriz. Com as entrevistas, os especialistas apresentaram uma visão profissional, de forma a tornar as diretrizes aplicáveis e facilitadoras para o método MFV 4.0.

Ao longo das entrevistas, pode-se observar algumas limitações por parte dos especialistas em propor recomendações nas diretrizes, por terem pouco contado com as ferramentas e métodos da indústria 4.0, e também por não conhecerem muito a fundo o MFV 4.0. Portanto, sem realizar uma entrevista com um especialista que realmente seja um implementador dos métodos 4.0, caberá espaço nas diretrizes alterações maiores do que as apresentadas. Durante as entrevistas não houve resistência por parte dos especialistas na leitura ou mesmo da maneira que foi conduzida as entrevistas, e ficaram ainda mais satisfeitos quando notaram que estavam trazendo resultados positivos. A única dificuldade foi encontrar horários compatíveis para realização das entrevistas, no entanto foi encontrado tempo disponível para todos, e feita às entrevistas dentro do cronograma. Feito isso, começou a análise das recomendações sugeridas, resultando no refinamento das diretrizes, esses resultados foram de acordo com o que foi apresentado na proposta da pesquisa.

6 CONCLUSÃO

Nessa seção, apresentam-se de que maneira os objetivos dessa pesquisa foram atingidos. Apresenta também as contribuições acadêmicas e profissionais desse Trabalho de Conclusão de Curso, as limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

6.1 CONCLUSÕES QUANTO AOS OBJETIVOS DE PESQUISA

No início desta pesquisa, tinha-se como objetivos específicos identificar inibidores e habilitadores do MFV, na era digital, comparar as diferenças entre o MFV e o MFV 4.0, e propor diretrizes para a implementação do MFV 4.0. O objetivo geral consistia em definir as principais diretrizes na implementação do MFV 4.0. Levando o contexto da teoria da manufatura enxuta e indústria 4.0, apresentados no capítulo dois, e os desafios encontrados por Hartmann (2018) para sua construção, apresentados na introdução, em consideração, criou-se a seguinte pergunta norteadora: Quais são as principais diretrizes para o MFV 4.0 que contribuem para implementação nas indústrias?

A fim de responder os itens propostos nos objetivos específicos, foram apresentados os resultados obtidos através dos filtros aplicados para a revisão bibliográfica (ver 2.5), onde se destaca os principais inibidores e habilitadores do MFV tradicional e o MFV 4.0, e a análise comparativa realizada entre os dois métodos de mapeamento. Após apresentado suas particularidades, foi desenvolvido a figura 16 que exemplifica a diferença existente entre os dois métodos através de estrelas que quantificam suas capacidades de acordo com a categoria analisada, após a figura 16 é justificada suas devidas classificações.

Feito isso, com o auxílio desses dados foi possível desenvolver as diretrizes iniciais, que irão permitir um alinhamento maior das empresas que desejam implementar o MFV 4.0 com seu método de conduta. No entanto, para refinar essas diretrizes iniciais foram realizadas entrevistas com especialistas da área, demonstrado no capítulo 3 o roteiro seguido. Ao final das entrevistas foi realizado uma análise das recomendações, e feitas as devidas alterações nas diretrizes, no quadro 10 é possível realizar a leitura das diretrizes definitivas e também comparar com as diretrizes iniciais. Com a realização desse refinamento, as diretrizes ficarão em um melhor nível

de compreensão e capacidade de orientação para serem utilizadas pelas empresas.

Levando essas informações em consideração é possível constatar que o objetivo geral e específico deste trabalho foram alcançados com êxito, pois conseguiu trazer conhecimentos sobre o MFV 4.0, que possibilitam auxiliar profissionais e empresas a compreenderem as lacunas de competências necessárias para competirem no novo cenário de alta tecnologia, alta flexibilidade e alta competitividade. Da mesma forma que a pergunta norteadora foi respondida conforme esse trabalho foi sendo desenvolvido.

Desse modo, foi constatado que o Mapeamento de Fluxo de Valor 4.0 tem características únicas e que se diferencia do MFV tradicional em diversos critérios, pois é uma ferramenta que tem como objetivo mapear os fluxos de produção e também de informação, possibilitando identificar quais informações e atividades são responsáveis pela maior agregação de valor, como também, identificar os desperdícios e desenvolver digitalmente propostas de melhorias.

Concluindo, esta pesquisa contribui ao apresentar em detalhes o Mapeamento de Fluxo de Valor 4.0, nos passos e conduta necessária para sua implantação, que possui poucas pesquisas realizadas sobre o tema. Além disso, a pesquisa apresentou o comparativo entre os dois métodos existentes, facilitando sua diferenciação. Como consideração final deste trabalho foi constatado que além de todos os benefícios já citados sobre o MFV 4.0, ele possibilita uma interação dos colaboradores muito maior entre a ferramenta e o objetivo da produção, devido o fato de sua construção ser digital e ser mais fácil sua distribuição para os postos de trabalho, facilitando o entendimento dos processos de produção como um todo e possibilitando uma melhor participação dos operadores.

6.2 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Como limitações para este trabalho, tem-se que os especialistas entrevistados não foram muito representativos pois há muito poucos no mercado, para obter um refinamento mais seguro seria necessário entrevistar uma quantidade maior de especialistas.

Outro ponto importante a ser analisado é que por ser um método novo que necessita de empresas com características pontuais quanto a mudanças de cultura e investimentos, aplicar as diretrizes refinadas em um contexto prático seria de grande

valia. Mudando este cenário futuramente de opções de implementação, seria possível aplicar as diretrizes e mensurar seu real impacto em empresas de diversos segmentos, portanto, como sugestão para trabalhos futuros, tem-se a oportunidade de realizar um estudo em empresas que utilizam as diretrizes desenvolvidas para implantação do MFV 4.0, de modo a mensurar sua real contribuição e desafios de implementação em empresas de diferentes segmentos.

REFERÊNCIAS

ABAD, S. **Avoiding the most common mistakes with VSM**. 2019. Disponível em: < <https://planet-lean.com/lean-value-stream-mapping/>> Acesso em: 27 julho 2020.

AGARWAL, Tarun. Different Types of Wireless Communication Technologies. Disponível em: < <https://www.watelectronics.com/different-types-of-wireless-communication-technologies/>>. Acesso em: 27 junho 2020.

ALUKAL, George. **Lean: a chave para a qualidade e o preço que o cliente deseja**. Disponível em: < <http://www.comunitate.com.br/qualidade/Lean.pdf> >. Acesso em: 01 julho 2020.

ANDERSSON, Niclas; RAPP, Jesper. **Combining VSM with Digital Data**. Disponível em: < <https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/300907>>. Acesso em: 28 julho 2020.

ANG, J. H.; GOH, C.; SALDIVAR, A. A. F.; LI, Y. **Energy Efficient Through Life Smart Design, Manufacturing and Operation of Ships in an Industry 4.0 Environment**. Energies. 2017.

Bastos, B. C. (2012). **Aplicação de Lean Manufacturing em uma linha de produção de uma empresa do setor automotivo**. Dissertação (Dissertação em Engenharia Mecânica) - UNITAU, Taubaté.

BAYGIN, M. *et al.* An Effect Analysis of Industry 4.0 to Higher Education. **2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)**, p.1-4, 2016.

BENETTI, Heloiza Piassa. **DIRETRIZES PARA AVALIAR A ESTABILIDADE DO FLUXO DE VALOR SOB A PERSPECTIVA DA MENTALIDADE ENXUTA**. 2010. 177 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BONATTO, F.; RESENDE, L. M. M.; JUNIOR, P. P. A.; PONTES, J.; BETIM, L. M. **Mapeamento do fluxo de valor: um estudo de caso em uma indústria moveleira**. Revista Espacios, v. 35, n. 7, p. 16, 2014.

BRETTEL, M; FRIEDERICHSEN, N; KELLER, M; ROSENBERG, M. **How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective**. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial and Mechatronics Engineering, v. 8, n. 1, p. 37-44, 2014.

BUER, Sven-Vegard; STRANDHAGEN, Jan Ola; CHAN, Felix TS. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. International Journal of Production Research, v. 56, n. 8, p. 2924-2940, 2018.

CALDERA, H. T. S.; DESHA, Cheryl; DAWES, Les. Evaluating the enablers and

barriers for successful implementation of sustainable business practice in 'lean'SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 218, p. 575-590, 2019.

Campos, C., Rodrigues, M., & Oliveira, R. (2016). **LEAN MANUFACTURING: Produção Enxuta**. *Revista Científica E-Locução*, 1(10), 18.

CICCONI, Marcelo de Castro; ZAMONER, Adriano Rodrigo; MORINI, Cristiano. **Aplicando o Mapeamento do Fluxo de Valor no Processo de Despacho de Produto Químico Líquido**. *Revista Espacios*, [s. L.], v. 21, n. 36, p.10-25, 18 ago. 2015. Mensal.

CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel Capaldo; SILVA, Sérgio Luis da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **8º CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO - CBGDP 2011**, Porto Alegre, 2011.

COSTA, Paulo Robson Melo. Princípios e Cenários da Indústria 4.0: Uma Revisão de Literatura. 2019. Disponível em <http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10192019_121035_5dab32ab50f71.pdf>. Acesso em: 24 junho 2020.

DA SILVEIRA, Willian Giordani. **Guidelines for Hoshin kanri: Proposal for strategy management capability**. 2014. Tese de Mestrado.

DAVIES, Ron. Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth. European Parliamentary Research Service, n. September, p. 10, 2015.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DILBEROGLU, Ugur M. et al. The Role of Additive Manufacturing in the Era of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, v. 11, n. June, p. 545–554, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917303529?via%3Dihub>>

DUARTE, A.Y.S. 2017. **Proposta de integração entre ferramentas de avaliação de ciclo de vida do produto e Indústria 4.0 (Industrie 4.0)**: estudo de caso da indústria têxtil e de confecção brasileira. Campinas, SP. PhD Dissertation. Universidade Estadual de Campinas, 120 p.

EROL, S.; SCHUMACHER, A.; SIHN, W. Strategic guidance towards Industry 4.0—a threestage process model. In: International conference on competitive manufacturing. 2016.

EUROPEAN PARLIAMENT. Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth. September de 2015. Disponível em: <[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)>.

FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH. **The High Tech Strategy**

for Germany, 2006. Disponível em: <
https://www.fona.de/pdf/publikationen/bmbf_the_high_tech_strategy_for_germany.pdf
 f >. Acesso em: 28 junho 2020.

FERREIRA, Fernando Pereira. **ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MANUFATURA ENXUTA EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS**. 2004. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão e Desenvolvimento Regional, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté – Sp, 2004. NASH, M.; POLING, S. (2008); Mapping the total value stream: a comprehensive guide for production and transactional processes. New York: Productivity Press.

FIRJAN. Panorama da Inovação - Indústria 4.0. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, n. Abril, p. 20, 2016. Disponível em: <
<https://www.firjan.com.br/publicacoes/>>.

Gilchrist, A. (2016). Introducing industry 4.0. in Industry 4.0 (pp. 195-215). New York: apress.

GÖKALP, Ebru; ŞENER, Umut; EREN, P. Erhan. **Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM**. In: MAS, ANTONIA et al. (Org.). . Communications in Computer and Information Science. Cham: Springer International Publishing, 2017. v. 770. p. 128–142. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10>.

GOMES, Maria de Lourdes Barreto. **UM MODELO DE NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO À DEMANDA PARA A INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO DO VESTUÁRIO SEGUNDO OS NOVOS PARADIGMAS DA MELHORIA DOS FLUXOS DE PROCESSOS**. 2002. 321 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

HAMIDI, Saidatul Rahah et al. **SMEs maturity model assessment of IR4.0 digital transformation**. Advances in Intelligent Systems and Computing, v. 739, p. 721–732, 2018.

Hartmann, L.(2018) **Value Stream method 4.0 : Holistic method to analyse and design value streams in the digital age** , ScienceDirect Procedia CIRP 78 (2018) 249-254

HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. **Design Principles for industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. 2015.

HINO, S. O Pensamento Toyota - **Princípios de Gestão para um Crescimento Duradouro**. 1. ed., Porto Alegre: Bookman, 2009.

HORTENSIUS, Dick. Integrated management systems. Disponível em:<
<https://www.iso.org/news/2013/02/Ref1709.html>>. Acesso em: 24 maio 2020.

HUBA, M.; KOZAK, S. From E-learning to Industry 4:0. **2016 International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)**,

2016.

IRANI,S.A. **Value stream mapping in custom manufacturing and assembly**. The Ohio Manufacturer, n.9, p12-13 Spring, 2000.

KACH, Eng. Sirnei César et al. Mapeamento do Fluxo de Valor: Otimização do Processo Produtivo sob a ótica da Engenharia da Produção. In: **SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA**, 2014, Rio de Janeiro. AEDB. Rio de Janeiro: Seget, 2014. p. 1 - 16.

KAGERMANN, H; LUKAS, W; WAHLSTER, W. **Industrie 4.0: mit dem internet der dinge auf dem weg zur 4. industriellen revolution**. VDI nachrichten, Berlim, n. 13, abr. 2011.

KAGERMANN, H; WAHLSTER, H; HELBIG, J. **Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0** - Final Report of the industrie 4.0 working group. Acatech – National Academy of Science and Engineering, 1-82, 2013.

KHASWALA,Z.N.; IRANI,S.A. **Value network mapping: visualization and analysis of multiple flows in value stream maps**. Department of Industrial, Welding and System Engineering. The Ohio State University. Columbus Ohio 43210, 2004.

KOLBERG, D.; ZÜHLKE, D. **Lean automation enabled by industry 4.0 technologies**. IFAC PapersOnLine, v. 48, n. 3, p. 1870-1875, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.359>>. Acesso em: 28 julho 2020.

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

Liker, J., & Meier, D. (2007). **Modelo Toyota - Manual de Aplicação: Um Guia Prático Para a Implementação dos 4Ps da Toyota**. Porto Alegre: Bookman.

LITTLE, Kayla. **IoT Systems: Sensors and Actuators**. Disponível em: <<https://dzone.com/articles/iot-systems-sensors-and-actuators>>. Acesso em: 24 junho 2020.

LUZ, A. A. C, BUIAR D. R., 2004, **Mapeamento do Fluxo de Valor – Uma ferramenta do Sistema de Produção Enxuta**. Disponível em:< www.abepro.org.br>.

Majeed, A. A., & Rupasinghe, T. D. (2017). **Internet of things (IoT) embedded future supply chains for industry 4.0: An assessment from an ERP-based fashion apparel and footwear industry**. *International Journal of Supply Chain Management*,6, 25–40.

MALTERUD, K. Qualitative research: standards, challeges and guidelines. **The Lancet**, v. 358, August, p. 483-488, 2001.

MARSH, Peter. The New Industrial Revolution: Consumers, globalisation and the end

of mass production. [S.l: s.n.], 2013.

MARSTON, Sean et al. Cloud computing - The business perspective. *Decision Support Systems*, v. 51, n. 1, p. 176–189, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923610002393?via%3Dihub>>.

MCGUIRE, Tim; MANYIKA, James; CHUI, Michael. **Why Big Data is the new competitive advantage**. Disponível em: <<https://iveybusinessjournal.com/publication/why-big-data-is-the-new-competitive-advantage/>>. Acesso em: 24 junho 2020.

Meudt T, Metternich J, Abele E. **Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production**. *CIRP Annals* 2017;66(1):413–6.

MOREIRA, M.; FERNANDES, F. **AVALIAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR COMO FERRAMENTA DA PRODUÇÃO ENXUTA POR MEIO DE UM ESTUDO DE CASO**. ENEGEP, 2001. p. 8. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR12_0358.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2020.

MURAYAMA, R.C.B.; RESTON FILHO, J.C.; CARDOSO, M.A.P. **Aplicação do Lean Manufacturing e estruturação da Indústria 4.0 em uma linha de baterias para smartphone**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 37., 2017. Anais.. Joinville, 2017.

OLIVEIRA, Tiago; THOMAS, Manoj; ESPADANAL, Mariana. Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sectors. *Information and Management*, v. 51, n. 5, p. 497–510, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378720614000391?via%3Dihub>>.

PEINALDO, J; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PEREIRA, Adriano; SIMONETTO, Eugênio de Oliveira. **Indústria 4.0: Conceitos e Perspectivas Para o Brasil**. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 16, p. 1–9, 2018. Disponível em: <<http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4938>>.

PINHEIRO DE LIMA, E.; GOUVÊA DA COSTA, S. E.; REIS DE FARIA, A. Taking Operations Strategy into practice : developing a process for defining priorities and performance measures. *International Journal of Production Economics*, v. 122, p. 403–418, 2009.

PLATTS, K. Characteristics of methodologies for manufacturing strategy formulation. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, v. 7, n. 2, p. 93–99, maio 1994.

PLATTS, K. W. A Process Approach to Researching Manufacturing Strategy.

International Journal of Operations & Production Management, v. 13, n. 8, p. 4–17, 1993.

PLATTS, K. W.; GREGORY, M. J. **Manufacturing Audit in the Process of Strategy Formulation**. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 10, n. 9, p. 5–26, 1990.

QUEIROZ, J. A.; RENTES, A. F.; ARAUJO, C. A. C. **Transformação Enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real**. 2004. Disponível em <<http://www.hominiss.com.br/artigos.asp>> Acesso em: 20 junho 2020.

RAPOSO, C. F. C. **Overall Equipment Effectiveness: Aplicação Em Uma Empresa Do Setor De Bebidas Do Pólo Industrial De Manaus**. Produção Online, Vol. 11, n. 3, p. 648-667, jul. 2011.

RITZMAN, L.P.; KRAJEWSKI, L.J. **Administração da produção**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

RIVIN, Eugene. **Mechanical Design of Robots**. 1 ed. ed. New York: McGraw-Hill Inc., 1987.

ROBLEK, V.; MEŠKO, M.; KRAPEŽ, A. **A Complex View of Industry 4.0**. SAGEO pen, v. 6, n. 2, p. 1-11, 2016.

ROMANO, Vitor Ferreira; DUTRA, Max Suell. **Introdução à Robótica Industrial**. Disponível em:< <http://www.fem.unicamp.br/~hermini/Robotica/livro/cap.1.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2020.

ROTHER, Mike; SHOOK, Jonh. 1998, **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: *Lean Institute Brasil*.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando o fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: *Lean Institute Brasil*, 2002.

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

Sandengen, O. C., Estensen, L. A., Rødseth, H., & Schjølborg, P. (2016). High performance manufacturing—an innovative contribution towards industry 4.0. In *6th international workshop of advanced manufacturing and automation*. Atlantis Press.

SANDERS, A.; ELANGESWARAN, C.; WULFSBERG, J. Industry 4.0 implies Lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for Lean manufacturing. *Journal of Engineering and Management*, v. 9, n. 3, p. 811-833, 2016. DOI: <<http://dx.doi.org/10.3926/jiem.1940>>.

Santos, B., Alberto, A., Lima, T., & Charrua-Santos, F. (2018). **Indústria 4.0: desafios e oportunidades**. *Revista Produção e Desenvolvimento*, 4(1), 111-124.

doi: <<https://doi.org/10.32358/rpd.2018.v4.316>>.

SANTOS, Reginaldo Carreiro. **Proposta de modelo de avaliação de maturidade da indústria 4.0**. 2018. Tese de Mestrado.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SEEBO. Artificial Intelligence - The Driving Force of Industry 4.0. Disponível em: <<https://www.seebo.com/industrial-ai/>>. Acesso em: 24 junho 2020.

SIBATROVA, S.V.; VISHNEVSKIY, K. **Present and future of the production: integrating lean management into corporate foresight**. 2016.

SIMÕES, PRISCILA BAYER DE OLIVEIRA. **MANUTENÇÃO PREVENTIVA SOB A ÓTICA DA INDÚSTRIA 4.0—UM ESTUDO DE CASO: PROBLEMAS NA COLETA DE DADOS PARA APLICAÇÃO DE ANÁLISE PREDITIVA**. 2019. Disponível em <https://pecepoli.com.br/monografias/monografia_51968_378.pdf> Acesso em: 24 junho 2020.

SULTAN, Nabil. Cloud computing for education: A new dawn? International Journal of Information Management, v. 30, n. 2, p. 109–116, 2010.

THE FEDERAL GOVERNMENT. **The new High-Tech Strategy Innovations for Germany**, 2014. <https://www.bmbf.de/pub/HTS_Broschuere_eng.pdf>. Acesso em: 28 junho 2020.

TONI, Jackson De. Inovação, **Manufatura Avançada e o Futuro da Indústria: Uma Contribuição ao Debate Sobre as Políticas de Desenvolvimento Produtivo**. v. 1 ed. Brasília: [s.n.], 2017.

TORTORELLA, G.L.; FETTERMAN, D.; GIGLIO, R.; BORGES, G. A. **Implementação da Produção Enxuta e Indústria 4.0 em Empresas Brasileiras de Manufatura**. Revista Empreender e Inovar, v. 1, n. 1, p. 1-18, 2018.

VANTI, Nadia. **Ambiente de qualidade em uma biblioteca universitária: aplicação do 5S e de um estilo participativo de administração**. Ci. Inf., Brasília, v. 28, n. 3, p. 333-339, set./dez. 1999.

VERMULM, Roberto. **Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil**. . São Paulo: [s.n.], 2018. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15486>>.

Wang, et al., (2015) Early mover advantage in e-commerce platforms with low entry barriers: The role of customer relationship management capabilities, Inf. Manage, pg.160-168.

WESTMORELAND, Phillip. NC State to Lead Southeast Manufacturing Innovation Hub | NC State News | NC State University. Disponível em: <<https://news.ncsu.edu/2016/06/southeast-manufacturing-innovation-hub-2016/>>.

Acesso em: 24 junho 2020.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J.P. **Value stream mapping. manufacturing engineering**, Dearborn, vol. 136, No 5, May 2006.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **The machine that changed the world: The story of lean production--Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry**. Simon and Schuster, 2007.

WU, Wei Wen; LAN, Lawrence W.; LEE, Yu Ting. Exploring decisive factors affecting an organization's SaaS adoption: A case study. *International Journal of Information Management*, v. 31, n. 6, p. 556–563, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268401211000259?via%3Dihub>>.

APÊNDICE I – PROTOCOLO DE ENTREVISTA

A entrevista a seguir é utilizada para coletar informações de modo a compreender as estruturas organizacionais do novo formato operante do MFV 4.0, de maneira a ser possível realizar refinamentos nas diretrizes inicialmente desenvolvidas. As diretrizes têm como características extrair as particularidades necessárias que empresas necessitam ter para implementarem o MFV 4.0, permitindo a realização de um alinhamento junto ao método.

A evolução da tecnologia da informação e sua introdução nos processos de produção está transformando a indústria tradicional, levando-a a um novo patamar de desenvolvimento organizacional. A fim de se apropriar dos benefícios dessas tecnologias para fortalecer a competitividade no mercado global, uma mudança de paradigma na manufatura está sendo discutida em todo o mundo. Indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial são alguns dos termos usados para descrever a implementação de dispositivos "inteligentes" que podem se comunicar de forma autônoma ao longo da cadeia de valor auxiliando e facilitando os processos internos.

O MFV 4.0 tem como principal característica auxiliar na identificação de desperdícios clássicos e também de informações projetando fluxos de valor enxuto em termos de materiais e, especialmente, fluxos de informações. No entanto as empresas necessitam ter em seus parques industriais determinada estrutura para poder utilizar tal ferramenta, para tal cabe ao questionário identificar esses limites.

A avaliação das diretrizes pelos especialistas será feita durante a entrevista, sendo feita uma introdução a respeito do objetivo da pesquisa, em seguida sendo feita a leitura da diretriz e solicitado que o especialista classifique a diretriz em níveis, como segue abaixo:

- Nível 1 – Diretriz sem mudança;
- Nível 2 – Refinamento semântico ou sintático;
- Nível 3 – Mudança no foco da diretriz;
- Nível 4 – Eliminação da diretriz.

O especialista escolhendo o nível 1, não haverá nenhuma mudança na diretriz inicialmente feita.

O especialista escolhendo o nível 2, será solicitado que explique qual tipo de refinamento semântico ou sintático é necessário ter na diretriz e porquê.

O especialista escolhendo o nível 3, será solicitado para ele explicar qual direcionamento fará mais sentido ter essa diretriz e porquê.

O especialista escolhendo o nível 4 será solicitado para ele explicar qual o motivo da eliminação da diretriz.

A partir das coletas dos níveis apontados pelos especialistas e suas explicações, será realizada uma análise documental de todas as entrevistas, e aplicado o refinamento definitivo nas diretrizes iniciais.

Abaixo apresentam-se as diretrizes iniciais, identificadas por meio de pesquisa bibliográfica.

#	Cultura organizacional
01	É necessário estabelecer a cultura de melhoria contínua na empresa como um todo.
02	O envolvimento ativo das lideranças em todos os níveis da organização é necessário para promover a mobilização, o alinhamento e o comprometimento, bem como para garantir o uso eficaz das metodologias de gestão.
03	É necessário desenvolver uma orientação para a visão sistêmica, para que cada equipe busque alcançar seus resultados sem prejudicar os resultados das outras áreas e os resultados globais.
04	A estrutura organizacional e a sistemática de aprovação de decisões devem promover a flexibilidade e autonomia às equipes.
#	Recursos
05	É necessário mídias de armazenamento e maquinários capazes de se comunicarem via internet, permitindo disponibilizar informações dos processos de maneira automática quando requisitado.
06	Caso a empresa que esteja implementando o MFV 4.0 tenha dados pessoais, deverá realizar uma proteção desses dados.
07	É necessário capacitar os gestores para agirem dentro dos novos padrões tecnológicos, criarem e realizarem a manutenção da cultura de inovação, e também saberem como manusear e configurar os equipamentos de maneira a conseguirem planejar e solucionar os novos tipos de problemas.
08	Adquirir uma rede de internet compatível com a quantidade de compartilhamento de informações, de acordo com o propósito de implementação.
09	É necessário armazenar as informações das mídias de armazenamento em local protegido.
#	Foco
10	É necessária uma visão de longo prazo que seja significativa para as pessoas em todos os níveis e departamentos.

11	A visão de longo prazo deve ser traduzida em metas de médio prazo exigidas para os próximos dois a cinco anos, que devem ser mensuráveis e estimular a inovação.
12	O MFV 4.0 deve ser apresentado aos gestores para acompanhamento dos indicadores, que devem visar o crescimento do negócio, redução dos resíduos informativos e mapeamento do fluxo de produção.
13	Reduzir a quantidade de sistemas de mídias de armazenamento sem uma função clara para o processo.
14	Estabelecer e aprimorar o fluxo contínuo de informação sempre que possível. De modo que permita que o fluxo seja preciso e sempre em tempo real, evitando que o processo de fabricação pare por erro de informação.
#	Alinhamento
15	A alta direção da organização deve priorizar por soluções digitais de acordo com o custo-benefício e com o propósito da melhoria.
16	Todos na organização, em todos os níveis e departamentos, deve estar envolvida em maior ou menor grau no planejamento anual, de forma a aumentar a aderência à execução da estratégia.
17	As informações devem estar interligadas entre as caixas de processo e as mídias de armazenamento para a construção do MFV 4.0, permitindo o funcionamento da produção.
18	As conexões existentes entre os pontos de dados nas caixas de processo e as mídias de armazenamento, devem ser definidos em reunião, com base na análise da necessidade e efeito no sistema produtivo.
#	Integração
19	As metas devem estar integradas às rotinas de gerenciamento de processos ou gerenciamento de projetos, para que o progresso possa ser medido.
20	É necessário desenvolver autodisciplina nas equipes de trabalho para a realização das atividades relacionadas ao andamento das metas dentro da rotina diária.
21	Devem ser elaborados relatórios periódicos de desempenho para apresentação em reuniões, que devem ser realizadas em intervalos adequados em toda a organização, de forma a fomentar discussões mútuas entre gestores e equipes de trabalho.
22	As principais conexões de informações entre os processos devem ser mantidas visíveis e atualizadas em todos os locais de trabalho para que todos possam entender, a qualquer momento, o que está acontecendo e o que precisa ser feito.
#	Revisão
23	Um diagnóstico periódico deve ser realizado por representantes da alta gestão, a fim de ouvir e compreender as dificuldades das equipes em gerir a produção e o MFV 4.0, assim, fornecer suporte, de forma que fomente a discussão mútua sobre as práticas de gestão.

As diretrizes serão apresentadas uma a uma para os especialistas e estes farão a avaliação, conforme destacado anteriormente. As avaliações serão registradas em um formulário como o apresentado abaixo:

() Nível 1 – Diretriz sem mudança;

() Nível 2 – Refinamento semântico ou sintático;

() Nível 3 – Mudança no foco da diretriz;

() Nível 4 – Eliminação da diretriz.

Após registrar os níveis no formulário e anotar as recomendações de mudança, será realizado uma análise das recomendações e então definido as mudanças mais recorrentes apresentadas, permitindo uma evolução da pesquisa para uma aplicação prática, no futuro.