

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ANTONIO BERNARDO DO VALLE ESPINDOLA
FELIPE EXPÓSITO CONCEIÇÃO
GABRIEL DE ALMEIDA MACIEL
LUANA ASSIS MILAGRES DA SILVA**

**ANÁLISE DO MAPEAMENTO FLUXO-VALOR EM UMA INDÚSTRIA
METALÚRGICA DE MÉDIO PORTE NA REGIÃO SUL FLUMINENSE
DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**VOLTA REDONDA
2023**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ANÁLISE DO MAPEAMENTO FLUXO-VALOR EM UMA INDÚSTRIA
METALÚRGICA DE MÉDIO PORTE NA REGIÃO SUL FLUMINENSE
DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do UniFOA, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção

**Antonio Bernardo do Valle Espindola
Felipe Expósito Conceição
Gabriel de Almeida Maciel
Luana Assis Milagres da Silva**

Orientadora:

Prof.^a DSc. Janaina da Costa Pereira
Torres de Oliveira

Coorientadora:

Prof.^a MSc. Lara Barbosa de Oliveira Prado

**VOLTA REDONDA
2023**



Fundação Oswaldo Aranha



FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **ANÁLISE DO MAPEAMENTO FLUXO-VALOR EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA DE MÉDIO PORTE NA REGIÃO SUL FLUMINENSE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Elaborado por **ANTONIO BERNARDO DO VALLE ESPINDOLA**-Matrícula: 201720461
FELIPE EXPÓSITO CONCEIÇÃO-Matrícula: 201910910; **GABRIEL DE ALMEIDA MACIEL**-Matrícula: 201910924 **LUANA ASSIS MILAGRES DA SILVA**-Matrícula: 202010734, foi apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora no *Campus* Três Poços, prédio 6, Laboratório de Inovação, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Engenharia de Produção.

Aprovada em 12 de junho de 2023.

Banca Avaliadora:

Professor(a) Orientador(a)

Professora DSc. Janaina da Costa Pereira Torres de Oliveira - UniFOA

Professor(a) Avaliador(a)

Professora MSc. Lara Barbosa de Oliveira Prado - UniFOA

Professor(a) Avaliador(a)

Professora DSc. Samantha Grisol Cruz Nobre, UniFOA

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA que prioriza o conhecimento e nos deu todo suporte durante a graduação. A todos os professores e coordenadores que nos acompanharam ao longo dessa trajetória.

À Prof.^a DSc. Sirlei Aparecida de Oliveira Bubnoff pelas valiosas sugestões ao longo do estudo. Um agradecimento especial e todo nosso carinho às queridas orientadora e coorientadora, respectivamente, Prof.^a DSc. Janaina da Costa Pereira Torres de Oliveira e Prof.^a MSc. Lara Barbosa de Oliveira Prado.

Antonio Bernardo do Valle Espindola

Agradeço primeiramente a Deus que me deu a oportunidade, força e esperança para continuar focando nos estudos, agradeço também a minha família que esteve ao meu lado todo o tempo, a minha namorada que me acompanhou desde o primeiro período e a todos que se envolveram e ajudaram no processo de conquista desse diploma.

Em especial, agradeço ao meu avô, já falecido, que sempre me apoiou e se interessou pelo meu estudo quando estava em vida e nunca deixou de me acompanhar.

Felipe Expósito Conceição

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação, por me sustentar durante os anos de estudos para que eu realizasse este sonho. Agradeço aos meus pais, os quais não mediram esforços para que eu alcançasse meu objetivo.

Á minha esposa pelo apoio e confiança, e à minha filha, por ser o meu incentivo e ter compreendido minha ausência enquanto eu me dedicava aos estudos.

Gabriel de Almeida Maciel

Primeiramente, gostaria de agradecer à Deus que me deu forças para continuar e não deixar com que eu desistisse do meu sonho. Gostaria também de expressar minha

profunda gratidão à minha família e amigos pelo apoio incondicional ao longo desta jornada acadêmica.

Luana Assis Milagres da Silva

Primeiramente agradeço à Deus, por ter me guiado durante toda essa jornada árdua e desafiadora. Aos meus pais que não mediram esforços para que eu realizasse o sonho da graduação, às minhas irmãs e cunhados e ao meu namorado pelo apoio e paciência durante toda trajetória.

Por último e não menos importante, ao meu avô (em memória) que sempre me acompanhou e se fez presente em vida, sei que estaria orgulhoso de mais essa conquista. Conseguimos!

RESUMO

Alta produtividade e baixo custo são pilares essenciais na indústria em tempos atuais e a busca por melhoria contínua é um ponto estratégico e prático para maximizar a satisfação dos consumidores. Diante deste cenário, este trabalho se caracteriza por um estudo de caso em uma indústria metalúrgica de médio porte, localizada na cidade de Barra Mansa/RJ que atua nos segmentos como siderurgia, caldeiraria, *offshore*, e linha amarela, mas que o destaque é o setor de linha amarela, que produz peças para construção de máquinas pesadas. A fim de auxiliar na identificação dos gargalos e reduzir os desperdícios no processo produtivo, a partir de reunião com os membros dos cargos estratégicos foi identificado o contrapeso da retroescavadeira como produto de maior relevância. Logo aplicou-se o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), a fim de melhorar o desempenho da produção desse produto, com as ferramentas *kaizen*, *kanban*, *takt time* e *lead time*. A partir da utilização do *kaizen*, e com um dispositivo para alinhamento da borda do contrapeso, foi observado uma redução de 85 % do tempo. Os cartões *kanban* veio para sinalizar e disponibilizar com mais clareza a visualização de todo processo que está caminhando para construção de um melhor cenário futuro de toda produção do contrapeso. A aplicação da ferramenta *takt time* avaliou o tempo necessário para que todas as etapas produtivas fossem efetuadas e determinou o tempo para obter-se uma peça pronta para o cliente final. A aplicação da ferramenta *lead time*, através das informações apresentadas pelos colaboradores, demonstrou o 'pior' cenário, a maior opção total de tempo produtivo. Neste modelo de apresentação, é possível visualizar os gargalos da produção, entendendo que o 'pior' cenário traz uma produção de três dias, mas que a busca por ferramentas adequadas, podem otimizar e diminuir esse tempo. Mediante ao exposto, após a análise dos resultados apresentados durante todo o trabalho concluiu-se que os objetivos e conceitos propostos auxiliam na tomada das ações e as ferramentas utilizadas para a gestão de melhorias no ambiente industrial.

Palavras-chave: *kaizen*; *kanban*; *takt time*; *lead time*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ícones do MFV	15
Figura 2: Exemplo de MFV	16
Figura 3: Metodologia do Mapeamento de Valor	17
Figura 4: Símbolos utilizados para representar fluxo de informação	21
Figura 5: Benefícios da filosofia <i>kaizen</i>	26
Figura 6: Exemplo de cartão <i>kanban</i>	28
Figura 7: Vantagens da medição do <i>lead time</i>	34
Figura 8: Administração do <i>lead time</i>	35
Figura 9: Contrapeso da escavadeira em destaque	39
Figura 10: Produto contrapeso pintado de preto.....	40
Figura 11: Aplicação das ferramentas e métodos.....	40
Figura 12: Mapa do estado atual	42
Figura 13: Dispositivo e módulo para alinhamento do contrapeso.....	43
Figura 14: Aplicação do cartão <i>kanban</i>	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Especificações do contrapeso utilizado	41
Tabela 2: Etapas de produção do contrapeso	46
Tabela 3: Etapas de produção do contrapeso.....	47

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.....	30
Equação 2.....	31
Equação 3.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BI	<i>Business Intelligence</i>
MFV	Mapeamento de Fluxo Valor
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Normalização)
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i> (Sociedade Americana de Testes e Materiais)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Problema de pesquisa	13
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo geral	13
1.3.2 Objetivos Específicos.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Mapeamento fluxo valor	14
2.2 A importância da escolha do gerente e da equipe.....	18
2.4 O plano e a implementação.....	22
2.4.1 Ferramentas para implementação do MPV	23
3 METODOLOGIA	36
4 ESTUDO DE CASO	38
4.1 Escolha do produto	38
4.2 Mapa do estado atual	41
4.3 Aplicação das ferramentas	42
4.3.1 Aplicação do <i>kaizen</i>.....	42
4.3.2 Aplicação do <i>kanban</i>.....	44
4.3.3 Aplicação do <i>takt time</i>.....	45
4.3.4 Aplicação do <i>lead time</i>.....	47
4.4 Resultados	47
4.4.1 Resultados aplicação do <i>kaizen</i>	47
4.4.2 Resultados aplicação do <i>kanban</i>.....	48
4.4.3 Resultados aplicação do <i>takt time</i>	49
4.4.4 Resultados aplicação do <i>lead time</i>.....	49

SUMÁRIO

REFERÊNCIAS.....	51
------------------	----

1 INTRODUÇÃO

Com a chegada das inovações na indústria, muito tem se falado sobre alta produtividade com baixo custo, que normalmente é conhecido como Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*), que tem como foco principal a redução de desperdícios.

Segundo Womack e Jones (2004), o modelo de produção enxuta surgiu a partir de práticas japonesas adotadas após a Segunda Guerra Mundial. O Japão precisava de métodos rápidos e eficientes de reconstrução, sendo que deveriam evitar ao máximo os desperdícios, sendo assim, desenvolveram a técnica de produção enxuta, que consistem em produzir mais com menos.

Para Ballesterro-Alvarez (2019, p.71), “produção enxuta é o método racional de fabricar produtos com a eliminação de elementos desnecessários, com o propósito de reduzir custos e a ideia de produzir o que é necessário no tempo necessário e na quantidade necessária”.

Algumas filosofias são cruciais na hora da implementação do *Lean Manufacturing*, o cliente deve estar sempre em primeiro lugar, os recursos humanos são de maior valor, o *kaizen* deve ser utilizado, o foco deve estar onde as coisas acontecem.

Segundo Dias *et al.*, (2020), o *kaizen* possui como significado a “mudança para melhor” e trata-se de uma opção de melhoria contínua que pode facilmente ser aplicado na empresa por qualquer trabalhador. O *kanban* trata-se do registro visível através de cartões ou placas que facilitam o controle de processos (HEISLER, 2012). *Lead time* é o tempo percorrido entre o pedido do cliente e a entrega do produto e o *takt time* é a razão do tempo disponível de produção da empresa pelo pedido do cliente.

Com o objetivo de propor melhorias para uma indústria metalúrgica de médio porte situada na região do sul fluminense do Rio de Janeiro, esse estudo propõe o mapeamento do fluxo de valor da produção, com foco na produção enxuta, através de

ferramentas como: *kaizen*, *kanban*, *takt time* e *lead time*.

1.1 Problema de pesquisa

Como reduzir os gargalos no processo produtivo do produto de maior relevância, a partir da produção enxuta através de Mapeamento do Fluxo Valor em uma indústria metalúrgica de médio porte situada na região sul fluminense do estado do Rio de Janeiro?

1.2 Justificativa

A justificativa deste trabalho se dá pela necessidade de analisar e propor medidas a fim de mitigar os desperdícios no processo produtivo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Reduzir os desperdícios identificados no processo produtivo do produto de maior relevância em uma indústria metalúrgica de médio porte.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Aplicar a ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor, a fim de melhorar o desempenho da produção.
- Reduzir o tempo do processo produtivo;
- Aplicar as ferramentas *kaizen*, *kanban*, *takt time* e *lead time* a fim de padronizar os processos;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mapeamento fluxo valor

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é um ponto de partida para as empresas que desejam elaborar um plano bem estruturado para melhoria da produtividade, lucratividade, qualidade, redução de desperdícios e do *lead time* (ELIAS *et al.*, 2011).

Para Rother e Shook (2013), o MFV é uma ferramenta que utiliza papel e lápis e o ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor. Ele é apenas um meio de melhorar o desempenho da organização, o que é, afinal, seu verdadeiro fim (FERRO, 2005).





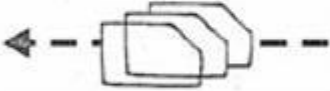


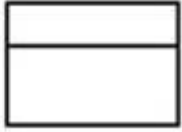

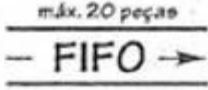

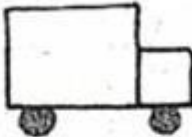

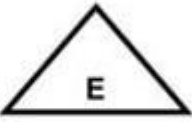
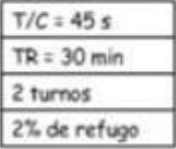



Essa ferramenta que vem se destacando dentro da manufatura enxuta, apresenta de uma só vez todos os dados sobre determinada família de produtos, mostrando todo o fluxo desde o cliente até o fornecedor, ou seja, o fluxo 'porta-a-porta' da empresa. A análise do fluxo é feita desde a matéria-prima até a entrega para o cliente, analisando a planta de produção. É uma ferramenta que ganhou o reconhecimento mundial muito rápido, pois reúne, analisa e apresenta informações em um curto período (LASCH, 2013). Essa característica faz com que o MFV seja muito utilizado no mundo inteiro, pois quando se tem as informações todas em um único lugar, a tomada de decisão se torna muito mais rápida e precisa.

Além disso, o MFV é um poderoso método de identificação de desperdícios nos processos em geral, tendo como visibilidade em qual ponto produtivo não está se gerando valor ao produto ou a algum processo específico.

A representação do mapeamento é feita através de fluxograma ilustrado por símbolos, facilitando a apresentação a todos, dentro do processo produtivo e aumentando a aceitação por parte da equipe. Estes símbolos são utilizados para qualquer aplicação do MFV, segundo Rother e Shook (2013), a simbologia representa o valor e a etapa de cada processo conforme detalhado na Figura 1, pois facilitam a

leitura do passo a passo do processo produtivo e ilustram os mapas atual e futuro. Os símbolos representados, dividem-se em três etapas, sendo eles: ícones do fluxo de material, ícones gerais e ícones do fluxo de informação.

Figura 1: Ícones do MFV

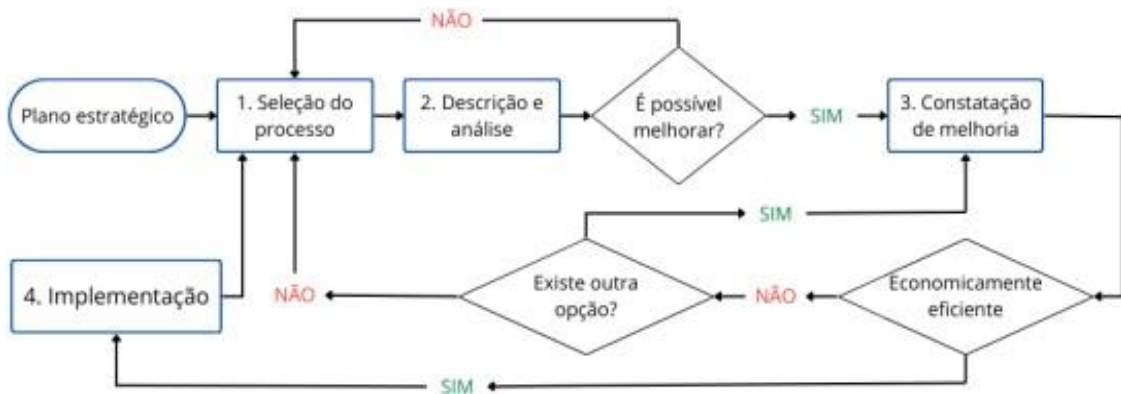
ÍCONES DO MFV	LEGENDA	ÍCONES DO MFV	LEGENDA
	Retirada		Fluxo de informação manual
	<i>Kanban de produção</i>		Fluxo de informação eletrônico
	<i>Kanban chegando em lotes</i>		Operador
	Supermercados		Processo
	<i>Kanban de retirada</i>		Fluxo: Primeiro a entrar, primeiro a sair
	<i>Posto Kanban</i>		Entrega via caminhão
	<i>Kanban de sinalização</i>		Estoque
	Caixa de dados		Fornecedor ou distribuidor
	Seta empurrada		Produtos acabados para os clientes

Fonte: Adaptado pelos autores de Rother e Shook (2013)

Segundo Rother e Shook (2013), o MFV é a forma mais assertiva de se identificar um valor dentro do processo, tratando-se da maneira mais simples de fazê-lo, tendo em sua base o MFV e de informações.

Conforme o exemplo na Figura 2, o mapa possibilita a visão gráfica do fluxo de produção/material, através da informação do processo de produção de forma continuada. Melhorando então, a forma de entendimento os processos e as atividades de operação que estão conectadas, formando um alicerce para o sistema *Lean* (ROTHER; SHOOK, 2013).

Figura 2: Exemplo de MFV



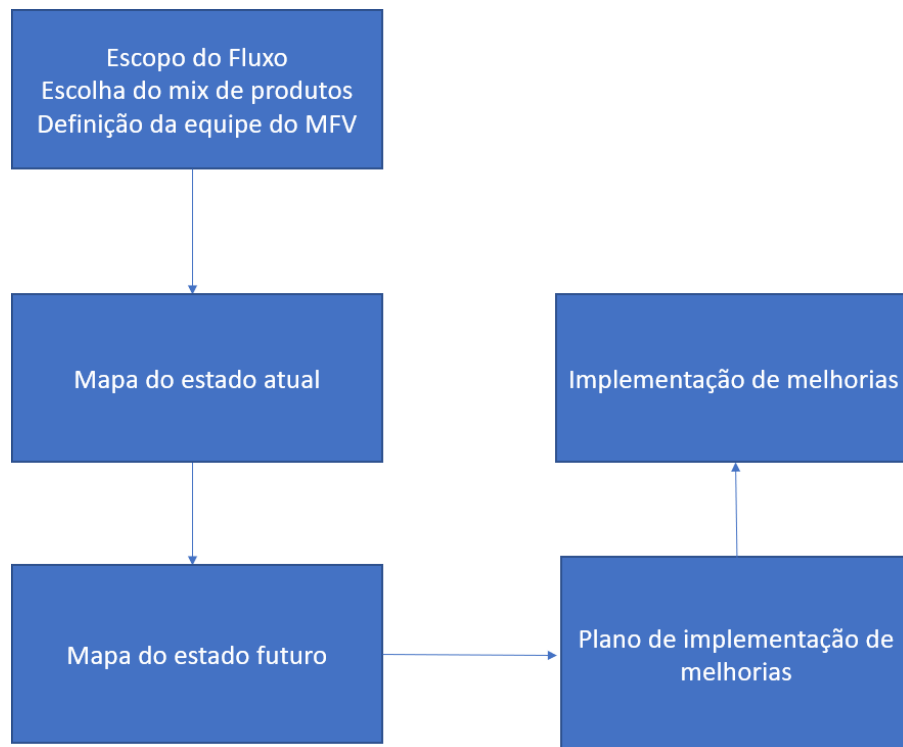
Fonte: Rother e Shook (2013) e Kach, *et al.*, (2014)

Este fluxo representa um processo produtivo aplicado ao sistema *lean*, explicitando quais são os próximos passos a serem tomados em um planejamento. Como explicitado, a seleção do processo é o passo inicial a ser dado após o plano estratégico, identificando a possibilidade de melhoria juntamente com a possibilidade econômica de sua realização. Após todas as respostas positivas a implementação torna-se a última etapa (ROTHER; SHOOK, 2013).

Considerar a perspectiva do fluxo de valor significa levar em conta o quadro mais amplo, não só os processos individuais, melhorar o todo, não só otimizar as partes. A fácil elaboração do mapeamento, auxilia o entendimento de todos os colaboradores envolvidos no processo. Além de descrever em detalhe, como a unidade produtiva deve operar para criar o fluxo (ROTHER; SHOOK, 2013).

Conforme Figura 3 pode-se descrever a metodologia do MFV com uma sequência de cinco etapas, onde de acordo com Ferro (2005), essas etapas são o escopo do fluxo de valor, o mapa do estado atual e do estado futuro, o plano de implementação e a implementação da melhoria.

Figura 3: Metodologia do MFV



Fonte: Adaptado pelos autores de Ferro (2005)

De acordo com Ferro (2005), como etapa inicial, acontece o escopo do fluxo de valor, ele se encarrega de selecionar o grupo de produtos que será estudado no mapeamento, caso seja mais de um. É importante ressaltar que estes produtos devem utilizar do mesmo processo produtivo, passando nos mesmos equipamentos, utilizando o mesmo *layout* e estoque, diferindo-se apenas por algumas especificidades.

As próximas duas etapas são os mapas do estado atual e futuro. Os desenhos do estado atual e futuro serão baseados nas informações coletadas do processo produtivo. Estas etapas são sobrepostas, isto é, apenas após o mapeamento do estado atual consegue-se desenhar o estado futuro. É importante ressaltar que

sempre após a implementação do estado futuro deve-se realizar um novo mapeamento pois ele torna-se o estado atual do processo produtivo.

Em seguida, o plano de implementação, que é a quarta etapa, se dá pelo plano de ação para alcançar o estado futuro, assim como a escolha das ferramentas que serão utilizadas neste processo.

E por último, a implementação do plano de melhoria. Esta etapa é fundamental para que a melhoria escolhida seja implementada, e a técnica a ser utilizada deve ser apresentada de forma sucinta e de fácil leitura para todos os envolvidos.

2.2 A importância da escolha do gerente e da equipe

O gerente de fluxo de valor é responsável pela organização e alinhamento das atividades e dos recursos em direção à criação de valor, embora nenhum dos recursos (financeiros, humanos, ativos e entre outros) realmente ‘pertencam’ a ele. Assim, a gestão do fluxo de valor distingue entre responsabilidade, função do gerente de fluxo de valor, e autoridade, função de cada departamento que controla os recursos.

Segundo Rother e Shook (2013), a utilização deste mapeamento levará ao cruzamento dos limites organizacionais da empresa, desta maneira, desde o operador até o presidente, todos estarão envolvidos neste projeto. As empresas tendem a ser organizadas por departamentos e funções e não por fluxos produtivos. Então dificilmente uma pessoa que participe de um processo em questão, conhecerá todo o fluxo produtivo e suas informações detalhadas. E sem isso, partes do fluxo estarão desarticuladas – resultando em áreas de processos individuais operando da melhor forma dentro de suas óticas, e não considerando a perspectiva do fluxo de valor (LASCH, 2013).

Por isso, de acordo com Rother e Shook (2013) esta escolha é fundamental para o processo como gerente do fluxo de valor. No qual é sugerido que as pessoas envolvidas no processo, reportem à pessoa com maior autoridade na unidade produtiva, onde eles terão o poder necessário para fazer as mudanças acontecerem.

Em complemento, Lasch (2013) especifica que o gerente do fluxo de valor precisa ser alguém que conhece a fundo o processo como um todo e enxerga além das barreiras de um único processo produtivo, principalmente, tendo um cargo de peso para que seja mais fácil a aceitação por parte de todos no processo e, que fará as coisas acontecerem.

Com o foco de fazer a mudança acontecer, esta pessoa presará sempre pelo estado futuro da empresa. Que será resultado das implementações de melhoria contínua, e da responsabilidade em se manter atualizado as informações, e esclarecendo as dúvidas que surgirem durante a aplicação (LASCH, 2013).

A escolha da equipe que acompanha o gerente deverá ser realizada logo após a definição do gerente do fluxo valor, e pelo menos uma pessoa de cada área do processo produtivo deverá fazer parte dessa equipe. Que por sua vez, poderá ser formada por supervisores ou líderes que tenham o maior conhecimento sobre o processo (LASCH, 2013).

Montar uma equipe multissetorial é importante principalmente para a elaboração do mapa do estado futuro, pois como são essas pessoas que trabalharão nas áreas alteradas, sempre trazem contribuições muito valiosas para a eliminação do desperdício (NASH; POLING, 2011).

2.3 Desenvolvimento do estado atual e estado futuro

Desenvolver um mapa para apresentar visualmente as etapas envolvidas na produção e fornecimento de produtos e serviços aos clientes pode ser valioso para qualquer tipo de negócio. O mapa de fluxo de valor facilita avaliar o estado atual de um processo de produção para identificar os gargalos e melhorar sua eficiência. Uma vez que elaborado o mapa do estado atual, os mapas do estado futuro podem ser criados para fornecer um plano claro de melhoria do fluxo organizacional.

Para iniciar o estudo do MFV, deve-se escolher a família de produtos que será aplicada o estudo. Essa ação é de extrema importância pois é o início de um estudo

aplicado que trará melhorias para a empresa visando aquela área específica (ROTHER; SHOOK, 2013).


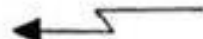
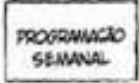
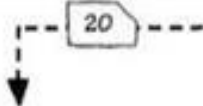
De acordo com Rother e Shook (2013), “uma família é um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos”.

Segundo Rother e Shook (2013), nesta etapa são observados e mapeados os fluxos de informação e o fluxo de material da família de produtos que foi selecionada, assim como os seguintes dados para cada um dos processos que fazem parte do sistema produtivo. São eles:

- Tempo de ciclo: o tempo necessário para que um componente complete um processo em segundos;
- Tempo de troca: tempo necessário para mudar a produção de um produto para outro;
- Disponibilidade: o tempo disponível por turno de trabalho, descontando-se os tempos de parada e manutenção;
- Tamanho dos lotes de produção (“Toda parte, todo dia”);
- Número de operadores;
- Tempo de trabalho (descontando-se os intervalos);
- Taxa de refugo.

De acordo com Rother e Shook (2013), após realizada a coleta dos dados é realizada a representação visual do mapa do fluxo de valor no estado atual. A Figura 4 apresenta os símbolos utilizados para representar o fluxo de informação e inventário dentro do sistema. Através deles, pode-se otimizar os processos e organizar os dados, a fim de realizar o MFV.

Figura 4: Símbolos utilizados para representar fluxo de informação

	Fluxo de informação manual	Por exemplo: Programação da produção Programação da entrega
	Fluxo de informação eletrônica	Por exemplo via EDI ²⁰
	Informação	Descreve um fluxo de Informação.
	<i>Kanban</i> de produção (linhas pontilhadas indicam o fluxo do <i>kanban</i>)	Diz a um processo quanto do que pode ser produzido e dá permissão para fazê-lo.

Fonte: Adaptado pelos autores de Rother e Shook (2013)

Esses símbolos representam o fluxo de informação e de inventário dentro do sistema que se deseja otimizar. Os símbolos são fundamentais para um melhor entendimento do mapa de fluxo de valor, e uma ferramenta para diminuir o desperdício e ter uma melhor eficiência, com o objetivo de oferecer o melhor valor para os clientes na forma de produtos e serviços. Assim, segundo Royer *et al.*, (2018) ele possui alguns elementos representativos, sendo que os mais comuns são:

- Caixa de processo (cada estação do processo): Entendido como agregador de valor onde haverá modificação/transformação de matéria ou informação;
- Caixa de dados: Elemento onde são escritos os dados relacionados aos processos, em que possuem o tempo de ciclo, tempo de *setup*, entre outros. A cada caixa de processo haverá uma caixa de dados;
- Identificação da forma com que o sistema flui: Sentido em que o fluxo de material é indicado, sendo o fluxo é “empurrado” ou “puxado”;
- Estoques: Elemento onde indica se a existência de estoque, sendo processo, matéria-prima ou produto.
- Planta ou fábrica: Fornecedor ou cliente localizado fisicamente fora da empresa mapeada;
- Meio de transporte: Entrega e recebimento de produto finalizado e matéria-prima respectivamente;
- Fluxo de informação: Elemento onde mostra o sentido em que flui a informação e se ela é eletrônica ou convencional.

O mapa do estado futuro é realizado após as atualizações, e as sugestões de melhorias no mapa do estado atual. Nesse mapa analisa-se como os processos ficarão após a implementação das melhorias sugeridas, pois ele representa graficamente a mudança proposta e o estado final do processo de produção (ROTHER; SHOOK, 2013).

As melhorias sugeridas são apresentadas através de um plano de ação, geralmente feito em uma página, que demonstra quais ações serão tomadas para atingir o estado futuro. Após as melhorias serem apresentadas e implementadas, o mapa do estado futuro passa a ser o mapa do estado. E assim, focando na melhoria contínua, deve-se propor novas melhorias e um novo mapa do estado futuro (ROTHER; SHOOK, 2013).

2.4 O plano e a implementação

Uma das peças mais importantes para implementação do MFV é fazer com que o trabalhador caminhe por todo processo produtivo e entenda qual a real necessidade deste estudo e verifique oportunidades de melhoria, também chamado de *kaizen*, em cada etapa (KLOTZ *et al.*, 2007).

A implementação do MFV terá como fim ligar todo o processo, passando pelas respectivas áreas, com o menor desperdício, menor *lead time*, com baixo custo e altíssima qualidade (SANTOS *et al.*, 2011).

Essa implementação precisa ser feita baseando-se em algumas teorias para que se atinja o ponto requisitado. Segundo Rother e Shook (2013), deve-se seguir as orientações a seguir para esta implementação:

- Produzir de acordo com o *takt time* (tempo disponível pela demanda);
- Implantar o fluxo contínuo onde for possível: fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez passando de um equipamento para outro, não havendo desperdícios;
- Introduzir sistemas puxados com estoques para controlar a produção;
- Programar a produção através de um processo puxado;

- Nivelar o mix de produção;
- Nivelar o volume de produção;
- Desenvolver a habilidade de fazer ‘toda peça, todo dia’ nos processos de fabricação anteriores ao processo puxador.

A aplicação do MFV deverá ser feita pela alta gestão da empresa, logo, não podendo ser delegada. Apesar disso, as propostas de melhoria precisam ficar claras para que todos no processo entendam o atual estado produtivo e cobrem essa aplicação para que se chegue ao mapa do estado futuro. Por se tratar de uma explicação mais visual, quanto mais concisa for a informação, melhor ela vai ser aceita e difundida, tendo como principal virtude a simplicidade dos dados.

O foco da análise deve ser prioritariamente nos processos que visualmente necessitam de uma melhoria, essa análise precisa ser realizada em um contexto completo produtivo, chamado de ‘alta visão’.

2.4.1 Ferramentas para implementação do MPV

2.4.1.1 Kaizen

De origem japonesa, a palavra *kaizen* tem como significado ‘mudança para melhor’, onde é envolvido todos os funcionários e concentrado todos os processos, para que se tenha sucesso. O *kaizen* é representado pelo lema “Hoje melhor do que ontem, amanhã melhor do que hoje” (IMAI, 1994). E segundo Sharma e Moody (2003), a palavra *kaizen* vem das siglas (KA = mudar; ZEN = bem).

Essa ferramenta foi criada pelo engenheiro Taichi Ohno no Japão, com objetivo de reduzir desperdícios vindo dos processos produtivos, buscando o aumento da produtividade e a melhoria contínua na qualidade dos produtos (ALVARES, 2017).

Ela utiliza questões estratégicas baseadas no tempo, no qual os postos-chaves para a manufatura ou processos produtivos são: a qualidade (como melhorá-la), os custos (como reduzi-los e controlá-los), e a entrega pontual (como garanti-la). O fracasso de um destes três pontos significa perda de competitividade e

sustentabilidade nos atuais mercados globais (SHARMA; MOODY, 2003).

Os procedimentos para implantação desta ferramenta precisam ser implementados de forma adequada e equilibrada, sendo necessário visar o ambiente de trabalho para que os funcionários mantenham o clima agradável e satisfatório. As mudanças devem ser graduais considerando a questão financeira, além de manter funcional o setor produtivo (SANTOS *et al.*, 2011).

Existem alguns erros comuns que são cometidos ao longo do planejamento e da direção da implantação da ferramenta *kaizen*, e para que se evite, é necessário prestar atenção em alguns pontos, como: a falta de comunicação, falta de planejamento, má escolha da equipe e principalmente, a falta de objetivo (ORTIZ, 2009).

Apesar do *kaizen* ser uma ferramenta de aplicabilidade geral e que pode ser sugerida por qualquer pessoa que participe do processo, a escolha da equipe de aplicação e avaliação das melhorias deve ser feita pensando no resultado da melhoria. O recomendado é que se tenha um funcionário responsável por cada etapa e um gestor direto, facilitando a adesão por parte de todos (ORTIZ, 2009).

O planejamento deverá ser realizado em cima da resolução do problema, com foco total na aplicação. Deve-se lembrar que todas as ideias e sugestões são válidas, porém, deve-se avaliar se é possível transformar em prática no dia a dia produtivo. O objetivo será concreto após o esclarecimento para todos da equipe do problema que será resolvido, o líder da equipe deverá manter o foco total na sua resolução (ORTIZ 2009).

Conforme o INSTITUTO KAIZEN (2012), para que essa prática venha a ser compreendida de forma clara, existem dez passos a serem executados. São eles:

1. Descartar ideias fixas e convencionais;
2. Pensar em como fazer e não em como deve ser feito;
3. Não inventar desculpas. Questionar as práticas correntes. As desculpas são o caminho mais rápido e simples para não melhorar;

4. Não esperar pela perfeição. Começar já, mesmo que lhe pareça que só consegue 50 %;
5. Se errar, corrigir o erro imediatamente;
6. Não gastar apenas dinheiro na melhoria contínua: usar a sabedoria;
7. A sabedoria também está na adversidade;
8. Perguntar 'porquê'? Cinco vezes e procurar as causas;
9. Preferir a sabedoria de dez pessoas ao conhecimento de apenas uma;
10. As estratégias *kaizen* são infinitas.

Em razão de uma intimidação competitiva das empresas, se tornou cada vez mais importante tomar medidas de melhoria, permitindo que a capacidade produtiva aumente através da lucratividade de recursos (SANTOS *et al.*, 2011).

Uma das principais consequências do *kaizen* é garantir a qualidade nos processos, segundo Pinto (2008), este conceito e aplicação visando a melhoria contínua tem sido uma das formas que mais tem gerado benefícios nessa parte de desempenho e qualidade nas organizações, e é de grande importância que seja reconhecido pela empresa como um item chave para o crescimento da mesma, e conseqüentemente incentivando a realização como forma de projeto e plano futuro/atuais.

Segundo Scotelano (2007), para que se tenha sucesso na implantação do *kaizen*, é necessário que a empresa adote ferramentas e técnicas específicas e principalmente tenha em mente que será preciso uma flexibilização nas mudanças.

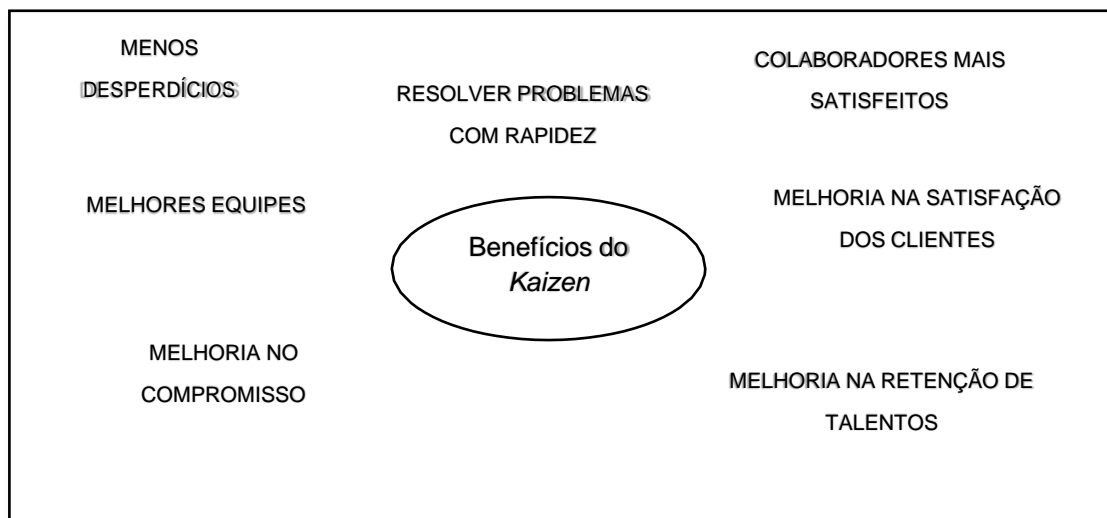
No entanto, empresas que tenham uma comunicação mais reservada, familiar e com pensamento territorialista precisa inicialmente mudar culturalmente para depois dar o próximo passo e criar um ambiente mais acolhedor. Em compensação, tendo uma empresa onde todos estão envolvidos na melhoria da qualidade, produtividade e baixo custo, irá permitir que se alcance a otimização nos processos produtivos e uma maior evolução independente do objetivo que queira ser alcançado (SCOTELANO, 2007).

A aplicação do *kaizen* é vista como uma melhoria de resultado de forma rápida,

já que cada colaborador pode sugerir uma melhoria em todo processo produtivo e deve ser feita continuamente. O *kaizen* pode ser aplicado em todas as áreas da empresa, desde a área de produção até o setor administrativo, por ser mais uma filosofia do que uma técnica em específico e tem como foco, melhorias em produtividade, eficácia, redução de desperdícios e acima de tudo, segurança (ORTIZ, 2009).

A filosofia do *kaizen* é de grande valia para a gestão industrial já que traz muitos benefícios como a redução de custos e o aumento da produtividade. Como já mencionado anteriormente, a ideia principal do *kaizen* tem como foco melhorar a cada dia (WERKEMA, 2011). A Figura 5 retrata os benefícios encontrados com a execução da filosofia *kaizen*.

Figura 5: Benefícios da filosofia *kaizen*



Fonte: Adaptado pelos autores de ORTIZ (2009)

Diante dos benefícios já citados e segundo o livro de Masaaki Imai, intitulado *Kaizen: The Key to Japan`s Competitive Success*, o método *kaizen* também resulta na melhoria da cultura da empresa, e no aumento da satisfação de seus funcionários. Além de potencializar a comunicação entre os colaboradores, e garantir mais investimento pessoal na empresa entre funcionários e gerentes (IMAI, 1994).

Para que o *kaizen* funcione perfeitamente é preciso que todos os colaboradores

se envolvam nas mudanças e em todo processo de aplicação da metodologia, mesmo com seu foco sendo nos pontos com mais retornos financeiros. Pois as áreas da empresa que mais precisam de atenção são as que obtêm respostas negativas dos clientes (clientes insatisfeitos). Gerando uma queda no fluxo de caixa, por isso a importância da melhoria contínua (IMAI, 1994).

Para aplicar o *kaizen*, todos os envolvidos devem analisar e aplicar em seu local de trabalho, fazendo para si mesmo, as seguintes perguntas:

- Agora: qual é a condição atual?
- Próximo: qual a situação desejada?
- Novo: como chegar a essa situação?

2.4.1.2 Kanban

Segundo Knuth e Kohlm (2013), a palavra *kanban* tem origem japonesa que significa 'cartão visual'. Ela indica e descreve um sistema que vem sendo utilizado há décadas pelo Sistema Toyota de Produção, visando acompanhar, controlar e equilibrar a linha de produção e principalmente realizando a gestão de estoque visando aumentar eficiência e diminuir desperdícios.

Diferente do *SCRUM* (conjunto de boas práticas empregadas no sistema produtivo) por exemplo, o *kanban* não é um método descritivo. Este termo tem se tornado quase sinônimo dos princípios *Lean* na fase de implementação. O intuito é tornar visível o trabalho e o processo produtivo, realizando mudanças no conceito 'evolucionárias'. O *kanban* é construído sobre o conceito de *kaizen*. Utilizando as mudanças estruturais e quando apresentam falhas no desempenho (CRUZ, 2013).

O *kanban* surgiu principalmente para resolver problemas relacionados a gestão de estoque, como: baixa demanda de matéria para produção, fluxo produtivo de acordo com a quantidade de material disponível, trabalho em consonância da entrega de produto com pedido de matéria prima para produção, abastecimento assertivo e melhor gestão da produção (CRUZ, 2013).

A implementação desta metodologia possui algumas características próprias, dentre elas a principal é a delimitação de um espaço físico para visualização dos cartões. No qual o material disponível deverá ser igual a quantidade de cartões. E se houver algum cartão vazio sem material, é a hora correta de realizar o abastecimento (CRUZ, 2013).

A Figura 6 apresenta um exemplo de cartão *kanban* utilizado pela Toyota, explicitando as informações sobre uma solicitação de pedido de peças no contexto de produção automotiva. *Ohashi Iron Works* entregava peças à fábrica central da Toyota Motors, e identificou que eles utilizavam este *kanban* como pedido de peças para subcontratantes. O número 50 representa o número do portão de recebimento da Toyota. A vareta é entregue à área de estocagem A. O número 21 é o número de controle de item para as peças (OHNO, 1997).

Figura 6: Exemplo de cartão *kanban*

Hora da Entrega 10:30	Área de Estocagem A 1 - 1		Fábrica Central da Toyota Motors
 Fundição Ohashi	Número do Item 53018-60011	Identificação	Montagem nº 2
	Nome do Item Linha de pressão do radiador	Usado em FJ Carro tipo (I)	
Prateleira nº 1 – Embaixo	21	Tipo de caixa Especial	50
		Capacidade da caixa 30	
Kanban de pedido de peças			

Fonte: Ohno (1997)

Taiichi Ohno percebeu, na década de 1950, que a programação de um sistema empurrado em setores individuais de produção pode gerar itens em excesso e grandes estoques. Pensando nisso, Ohno decidiu usar sinais simples – cartazes, latas vazias, carrinhos vazios – para sinalizar a saída de uma peça e a necessidade de produzir mais sem criar estoques (OHNO, 1997).

Ele teve a ideia do cartão *kanban* em uma de suas visitas aos Estados Unidos depois de entrar em um supermercado. Conforme Ohno (1997), “o sistema de

supermercado foi adotado na fábrica por volta de 1953, para fazê-lo funcionar, utilizamos pedaços de papel listando o número do componente de uma peça e outras informações relacionadas com o trabalho de usinagem”. Quando bem utilizado, todos os movimentos da fábrica podem ser sistematizados, pois um pedaço de papel fornece uma grande quantidade de informações de uma só vez, como: quantidade de produção, tempo, método, quantidade de transferência ou de sequência, hora da transferência, destino, ponto de estocagem, equipamento de transferência, container e assim por diante (LASCH 2013).

Normalmente, numa empresa o QUÊ, o QUANDO e o QUANTO são estabelecidos pela seção de planejamento de produção na forma de um plano de início de trabalho, plano de transferência, ordem de produção, ou pedido de entrega que é passado por toda a fábrica. Quando esse sistema é usado, o ‘QUANDO’ é determinado arbitrariamente e as pessoas pensam que estará tudo bem se as peças chegarem a tempo, ou antes (OHNO, 1997).

Segundo Pascal (2008), existem cinco regras que devem ser seguidas pelos membros de equipe e supervisores durante a implementação do *kanban*.

- Regra 1: Não realizar envios de itens com defeitos, após detectar e conter os defeitos, utilizar a automação para reduzir a produção de produtos com defeitos e solucionar os problemas de forma rápida.
- Regra 2: Retirada pelo cliente somente o necessário, cada produto é acompanhado por um *kanban* para que as peças sejam retiradas na quantidade e hora certa, evitando assim o acúmulo de estoque e capacidade, reduzindo o excesso de hora extra.
- Regra 3: Produzir somente a quantidade retirada pelo cliente, com a utilização do *kanban*, os métodos de fabricação se movimentam todos juntos e é importante deixar visível a programação de produção para que todos os colaboradores entendam melhor o que está sendo feito.
- Regra 4: Gerenciar a produção, a retirada de produtos deverá ser realizada em horas, quantidades e sequências fixas evitando o excesso e produção adiantada.

- Regra 5: Utilizar *kanban* para o ajuste afinado de produção, em um método de fabricação com retiradas instáveis, o sistema *kanban* pode apresentar falhas, o *kanban* deve ser utilizado como um meio de ajuste, evitando assim enormes mudanças na produção.

2.4.1.3 Takt Time

De origem alemã, a palavra '*takt*', que tem o significado 'ritmo' ou 'cadência', refere-se à regularidade com que algo é feito, constituindo um parâmetro de projeto amplamente usado no Sistema Toyota de Produção (FRANDSON *et al.*, 2013).

O *takt time* é definido, segundo Rother e Shook (2013), como a sincronização do ritmo de produção necessário para acompanhar a demanda do cliente. Esse ritmo pode ser calculado dividindo-se o tempo de trabalho disponível por turno pela demanda do cliente por turno, resultando na quantidade de itens que devem ser produzidos por segundos no processo.

Com o *takt time* calculado é possível verificar as etapas do processo que precisam de melhorias. Porém, para conseguir um eficiente *takt time*, é necessário que a empresa esteja apta para solucionar questões como: fornecer respostas rápidas para problemas, eliminar as causas, não planejadas de parada de máquinas e eliminar tempos de troca (ROTHER; SHOOK, 2013).

Ele é aplicado em sistemas de produção com estruturas caracterizadas pelo fluxo unitário de peças, como por exemplo nas linhas de montagens e células de fabricação (ALVARES, 2017).

Segundo Iwayama (1997), o *takt time* pode ser entendido como o tempo alocado para produção de um produto ou uma peça em linha. E ele é o fator chave da ligação entre a demanda dos clientes e a produção. A Equação 1 apresenta o cálculo do *takt time*, tendo como variáveis o tempo disponível de produção e a demanda.

$$Takt\ Time = \frac{\text{Tempo Disponível de Produção}}{\text{Demanda}} \quad (1)$$

Analisando a Equação 1, pode-se constatar que a cada resultado de tempo do *takt time* dentro do processo, uma unidade do produto deverá ser produzida. Caso o resultado seja 3 (três) minutos, por exemplo, a cada 3 (três) minutos deverá ser terminado o processo produtivo.

Almeida (2015) afirma que se consegue utilizar o *takt time* para determinar a quantidade de postos de trabalho. Conforme a Equação 2, a soma de todos os tempos de tarefas individuais, dividida dividido pelo *takt time*, resultará na quantidade de postos de trabalho necessários para solucionar a demanda de mercado.

$$\text{Quantidade de postos de trabalho} = \frac{\text{Soma de todos os tempos de tarefas individuais}}{\text{Takt Time}} \quad (2)$$

Com isso, para que a demanda seja atendida, a empresa deverá adaptar os processos e recursos para que o processo ocorra dentro do *takt time*, podendo então atender a demanda do cliente (PRADO, 2016).

Através da divisão do tempo diário de produção disponível pela quantidade de produtos a serem produzidos diariamente, pode-se saber qual é o *takt time* de uma empresa. Nesse sentido, toda a empresa deve adaptar seus processos e recursos para que toda a operação ocorra dentro do *takt time*, entregando a demanda no prazo correto para o respectivo cliente (ALVAREZ; ANTUNES Jr., 2001).

Para Prado (2016), a fim de se ter o equilíbrio entre o que foi solicitado pelo cliente, e o que a fábrica consegue produzir, deve-se realizar o balanceamento das linhas de produção. Pois o balanceamento pode melhorar a eficiência do processo produtivo e determinar as tarefas a serem executadas para fabricar uma unidade do produto. E ainda definir a sequência em que devem ser executadas, e, se houver uma relação de precedência, essa deve ser identificada; para estimar a duração de cada tarefa e o tempo de ciclo, calcular os postos de trabalho necessários, e atribuir as tarefas nas estações de trabalho são as etapas recomendadas para mitigar os problemas do processo (LEITE *et al.*, 2017).

Quando se cita em balanceamento dos postos de trabalho, o equilíbrio na

equação de produção em relação a demanda e a diminuição do tempo produtivo, fala-se em melhoria direta na entrega final ao cliente, aumento de ganhos financeiros e até melhoria da qualidade. A gestão eficiente do tempo é sem dúvidas um dos pilares de uma produção equilibrada.

Para alcançar o fluxo enxuto, no mapa do estado futuro, faz-se necessário produzir de acordo com o *takt time* (tempo de produção disponível pela demanda do cliente) desenvolver um fluxo contínuo, sem paradas, enviar a solicitação do cliente para apenas um processo que puxará o restante e nivelar o mix e o volume de produção (ROTHER; SHOOK, 2013).

2.4.1.4 Lead time

Segundo Ballou (2007), *lead time* é o tempo total de ciclo de um pedido, sendo definido como a janela de tempo de duração da solicitação de um cliente em relação a algum produto até a entrega final. O tempo do pedido, disponibilidade de recursos, disponibilidade de mão de obra, tempo de preparação e cada etapa do processo produtivo fazem parte desta análise. A ideia de *lead time* é o tempo de duração de todo o processo, desde a liberação da ordem de compra ou de produção, até o recurso correspondente estar apto ao uso.

O *lead time* está intimamente ligado ao contexto de produção. Em certas ocasiões, dentro dos processos de fabricação é possível ocorrer declínios inesperados ou tempos de inatividade (BOWERSOX; CLOSS, 2009).

Para gerenciar uma empresa, uma das práticas mais importantes é analisar os indicadores que ela apresenta, sendo eles uma das métricas essenciais para chegar ao sucesso. O *lead time*, que é o período do processo de um produto dentro da empresa, também é identificado como ciclo, pois analisa desde o começo da atividade até a entrega ao cliente. Envolvendo diversos processos como: transformação da matéria prima em produto, compras, logística de produção, administração da empresa etc. (STOCK; LAMBERT, 2001).

Christopher (2018) inclui a divisão do processo em todas as etapas visando

principalmente que o *lead time* do cliente e da empresa pode ser diferente. Enquanto para empresa o *lead time* é mais demorado, pois envolve toda etapa do processo produtivo e sua logística, sendo mais detalhado, para o cliente esse *lead time* só conta com a compra e o recebimento do produto/serviço.

Para calcular o *lead time* é preciso que o gestor entenda exatamente como funciona seu processo produtivo e tenha uma visão completa sobre todo processo para assim definir estratégias efetivas e eliminar possíveis erros ao longo da produção. Com essa análise e um bom *lead time*, a empresa gera um diferencial no mercado competitivo ocasionando uma demanda maior com seus clientes e até um ganho de novos clientes (HORCH, 2009).

Ao longo da análise do *lead time* é importante que o gestor se atente a algumas etapas que influenciam no tempo total de espera até que o produto seja finalizado, como por exemplo, a compra, a produção e a entrega, conforme demonstrado a seguir: (ELIAS *et al.*, 2011).

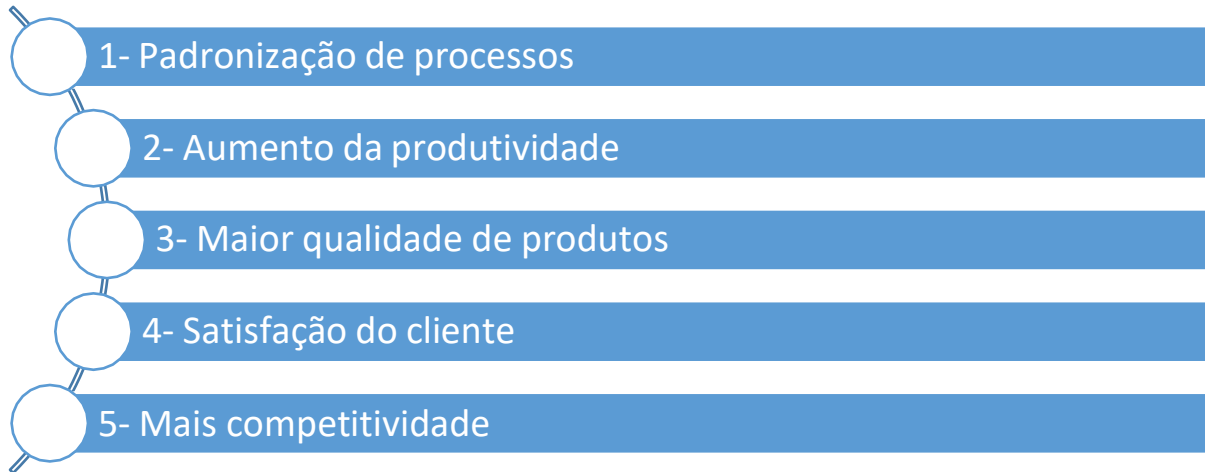
1ª etapa: é denominada etapa de compras, onde tem extrema importância pois é o momento inicial de todo processo, recomenda-se ter estoque e fornecedores de segurança para não acarretar a mudança do prazo da entrega final do produto.

2ª etapa: é denominada etapa de produção, onde é a fase em que um bom programa tecnológico auxilia na gestão do processo, pois garante um melhor controle dos processos e setores. O *lead time* dessa etapa tem relação com o início do processo até o final. Todo processo precisa estar de acordo para que o tempo total de produção seja reduzido e não gere atrasos ou qualquer outra ocorrência.

3ª etapa: é denominada etapa de entrega, onde é essencial uma logística organizada, pontual e de qualidade, garantindo a satisfação de seus clientes. Oferecer uma entrega que preza pelo cuidado e pela rapidez, são formas de otimizar a experiência de compra fortalecendo a confiança na empresa.

Mapear e analisar todos os processos, faz com que sejam identificados erros e pontos de melhoria, gerando vantagens para o processo. A Figura 7 retrata seis vantagens de medir o *lead time* de produção (CHRISTOPHER, 2018).

Figura 7: Vantagens da medição do *lead time*



Fonte: Adaptado pelos autores de Matias (2023)

Mas para se calcular o *lead time*, Ballou (2007) lista um passo a passo a ser seguido, sendo eles:

1. Listar todos os processos e insumos que serão usados na produção;
2. Analisar o tempo de entrega para chegada de cada item pedido;
3. Identificar se há algum item com prazo maior para entrega;
4. Definir o tempo necessário de produção e entrega do produto para o consumidor.

De acordo com o exemplo de *lead time* aplicado em uma empresa, segundo Pascal (2008), onde supõe que se trata de uma empresa de blusas que recebeu um pedido de um lote para segunda-feira, o gestor da equipe primeiramente calcula a quantidade de matéria prima que será necessária para produzir a quantidade que foi solicitada. O prazo de entrega é de 10 (dez) dias, além de mais 3 (três) horas para o almoxarifado receber e conferir os insumos. Para a produção, a fábrica de blusas necessita de 5 (cinco) dias e depois o produto passa mais 3 (três) dias no trajeto até chegar ao cliente final. Mediante ao exposto, o cálculo desse *lead time* se dá:

- 10 dias para entrega do produto;

- 2 dias de final de semana (sábado e domingo), supondo que a fábrica de blusas não opere nesse período;
- 3 horas de conferência do almoxarifado;
- 5 dias de produção;
- 3 dias para entrega.

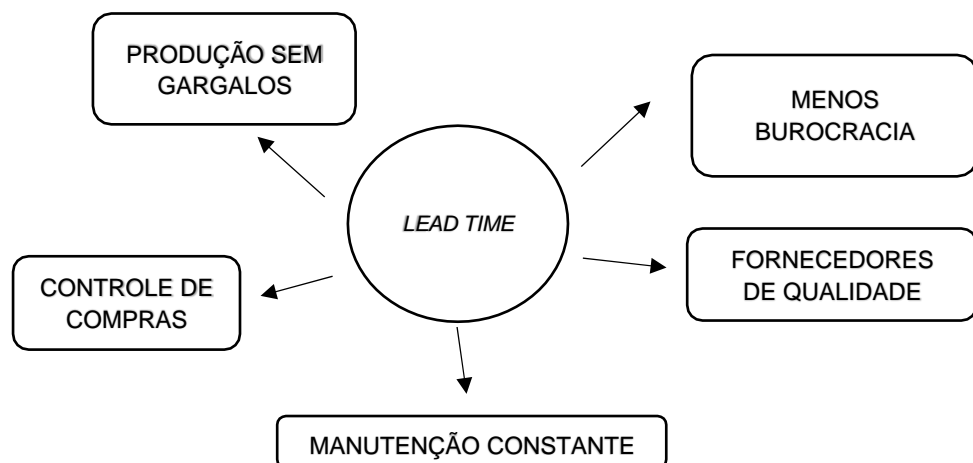
Utilizando a Equação 3, somando 10 dias da entrega do produto, mais 3 horas de conferência do almoxarifado, mais 5 dias de produção e mais 3 dias para entrega, o *lead time* do pedido de blusas é de: 18 dias e 3 horas.

$$\text{lead time} = \text{pedido} + \text{processamento} + \text{distribuição} \quad (\text{Equação 3})$$

Ou seja, somando 10 dias da entrega do produto + 3 horas de conferência do almoxarifado + 5 dias de produção + 3 dias para entrega, o *lead time* do pedido de blusas é de 18 dias e 3 horas.

Um *lead time* otimizado é importante para melhoria dos resultados da empresa e para que ela possua uma vantagem competitiva diante do mercado, porém existem alguns fatores que podem influenciar negativamente, conforme retrata a Figura 8. Para que se tenha um bom *lead time* é necessário administrar os aspectos (PASCAL, 2008).

Figura 8: Administração do *lead time*



Fonte: Adaptado pelos autores de Pascal (2008)

3 METODOLOGIA

Para aplicação do estudo foi realizada uma visita técnica a empresa e uma reunião com os membros dos cargos estratégicos. Nessa perspectiva, a definição da metodologia de estudo foi estabelecida, incluindo a aplicação do MFV, a identificação dos gargalos no processo produtivo do produto denominado contrapeso, o estudo do mapa produtivo atual e a realização do mapa produtivo futuro.

Trata-se de uma análise aprofundada do produto, com uma abordagem qualitativa e quantitativa, no qual descreve com detalhe como a unidade produtiva deve operar para criar o fluxo de produção, e as dificuldades e resultados obtidos durante o processo de implementação das ferramentas, visando a melhoria na produção e na entrega.

A metodologia aplicada a este trabalho proporcionou analisar e propor métodos para implantação baseado no referencial teórico de ferramentas de melhoria contínua em um ambiente onde foram coletados os dados com o objetivo de expandir o conhecimento.

Através de uma modalidade de pesquisa quantitativa, visa-se a coleta de dados a fim de aumentar a confiabilidade do conteúdo e o comportamento dos indivíduos envolvidos.

A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisas documental e informações passadas pelos colaboradores da empresa. A pesquisa documental teve o objetivo de buscar o nível de desempenho de alguns processos antes da implementação e depois da implementação, para que fosse comparado com os resultados implementados.

Os demais dados coletados foram obtidos com a liderança da empresa metalúrgica, retratada no estudo de caso, e com alguns colaboradores da empresa. Esses dados foram obtidos *in loco*, com a presença do gestor e dos colaboradores, no qual foi possível coletá-los para posterior análise e utilização na apresentação dos resultados.

O tipo de pesquisa de maneira descritiva e exploratória dos dados e conteúdos através do estudo de caso, proporcionou uma interação entre os autores e o conteúdo de uma forma mais abrangente, objetivando assim a correlação entre as informações.

O estudo de caso procura a compreensão e a interpretação profunda dos acontecimentos e fatos que são específicos (YIN, 2015). Desta forma, a investigação do caso e a abrangência das informações possibilitou a aplicação de ferramentas para melhoramento dos processos.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma empresa metalúrgica de médio porte, situada na cidade de Barra Mansa-RJ. Atualmente, ela possui 420 colaboradores, e atende 23 estados. Dentre os seus segmentos como siderurgia, caldeiraria, *offshore*, e linha amarela, destaca-se o setor de linha amarela, que produz peças para construção de máquinas pesadas. Ela atua nesse mercado a 49 anos e possui certificação ISO 9001:2015 em seus processos.

A fim de tornar um processo produtivo mais eficaz, melhorias contínuas e eliminação desperdícios vem se intensificando nas indústrias, e a busca por opções de menor custo são as principais escolhas dos grandes gestores industriais, visto essa necessidade, o estudo atual apresenta uma opção de análise e gestão de processo sem custo aplicado, pois para sua realização, necessita apenas de uma equipe que ficará responsável pela gestão, liderança e aplicação do MFV.

A identificação da necessidade de análise total do processo produtivo do produto de maior relevância se deu através de uma visita técnica, onde foi informado que a maior compradora do produto de maior relevância vai aumentar sua jornada de trabalho em um turno, logo, necessitará de mais disponibilidade desse produto para aumento de sua produção.

4.1 Escolha do produto

O produto escolhido dentro do processo de linhas amarelas foi o contrapeso, conforme destacado em verde, na Figura 9. Esta escolha foi realizada a partir de uma reunião de alinhamento realizada na empresa na visita técnica, conforme já citado. O produto fabricado na metalúrgica tem como objetivo contrabalancear a máquina pesada, nesse caso, a escavadeira (Figura 9).

Figura 9: Contrapeso da escavadeira em destaque



Fonte: Adaptado pelos autores de Santos (2012)

O contrapeso é a peça mais fabricada dentro da indústria metalúrgica estudada, e possui como principal cliente, uma das maiores empresas produtoras desta máquina no Brasil. A demanda do item é de aproximadamente 231 unidades/mês, representando 27 % da produção total da metalúrgica.

Conforme pode-se observar na Figura 9, o contrapeso está localizado na parte traseira da escavadeira. A escavadeira é muito utilizada para remoção de entulhos, principalmente em obras, devido sua grande capacidade de carga, e facilidade para acessar locais que outras máquinas não acessam. Ela possui uma esteira ao invés de pneus, e consegue rotacionar sua cabine junto a pá em 360º graus. E o contrapeso é a peça que contrabalança o peso da escavadeira quando ela está carregada de material.

O intuito do estudo foi propor melhorias para a indústria metalúrgica em questão, sendo assim esse estudo propõe o MFV da produção, com foco na produção enxuta, através das seguintes ferramentas já citadas, *kaizen*, *kanban*, *takt time* e *lead time*. A Figura 10 apresenta o produto contrapeso pintado de preto (de acordo com a solicitação do cliente).

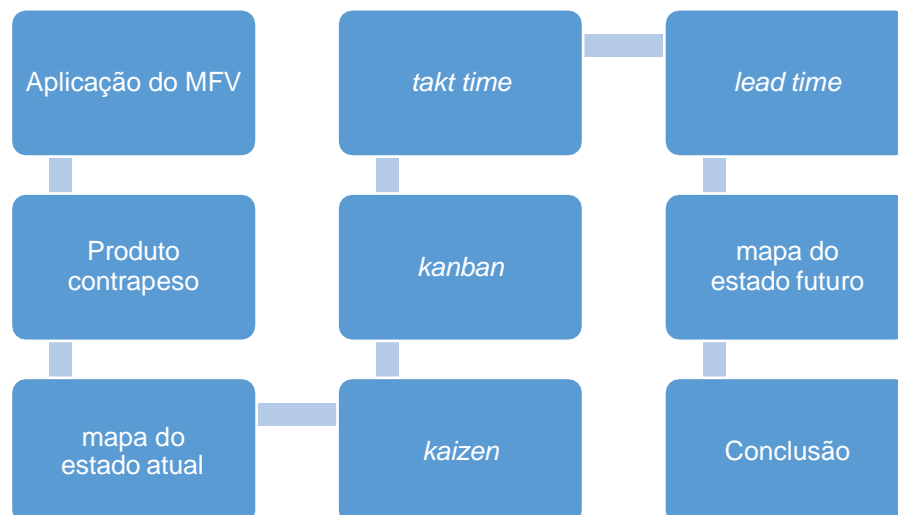
Figura 10: Produto contrapeso pintado de preto



Fonte: Os autores (2023)

O estudo de caso se desenvolveu durante todo o processo, conforme Figura 11, de modo que representa a aplicação das ferramentas e métodos apresentados durante o trabalho

Figura 11: Aplicação das ferramentas e métodos



Fonte: Os autores (2023)

A aplicação do MFV do produto contrapeso é a fase inicial, necessário seguir do mapa do estudo atual para entender o cenário da produção e as informações

devidas para que, em sequência, sejam aplicadas as ferramentas, a fim de encontrar o mapa de estado futuro e concluir o processo.

4.2 Mapa do estado atual

Após selecionado o produto para estudo, realizou-se o mapeamento completo da produção do contrapeso com as informações de produção de ponta a ponta, desde o recebimento da matéria prima até a entrega ao cliente final, apresentando os dados na sequência do MFV.

O início do mapeamento dá-se pela visão externa do cliente com informações básicas para compra do produto, isto é, o início do processo dá-se pela realização do pedido por parte do cliente até a equipe de vendas da empresa que repassa essa solicitação para o planejamento a fim de programar e controlar o processo produtivo desta solicitação.

A equipe de planejamento envia os dados da solicitação para o chão de fábrica pelo sistema interno da empresa, chamado GRV, que fica disponível em cada área de trabalho através de computadores que podem ser acessados através de login e senha de cada funcionário para a verificação da quantidade que precisa ser produzida e o total do pedido

As especificações do contrapeso são descritas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Especificações do contrapeso utilizado

Especificações (mm)	
Espessura	560
Largura	1053
Comprimento	2740

Fonte: Os autores (2023)

O peso final do produto é aproximadamente 3.800 kg e é produzido com Aço ASTM A36 (ASTM, 2017). Trata-se de um material de alta resistência. Este aço é

enviado até a metalúrgica pelo cliente de acordo com a demanda solicitada. A quantidade de entrega, que depende exclusivamente do pedido do cliente, é feita através de caminhão próprio da metalúrgica.

O mapa do estado atual da empresa encontra-se descrito na Figura 12, que descreve o passo a passo de todo processo produtivo do produto.

Figura 12: Mapa do estado atual



Fonte: Os autores (2023)

4.3 Aplicação das ferramentas

4.3.1 Aplicação do *kaizen*

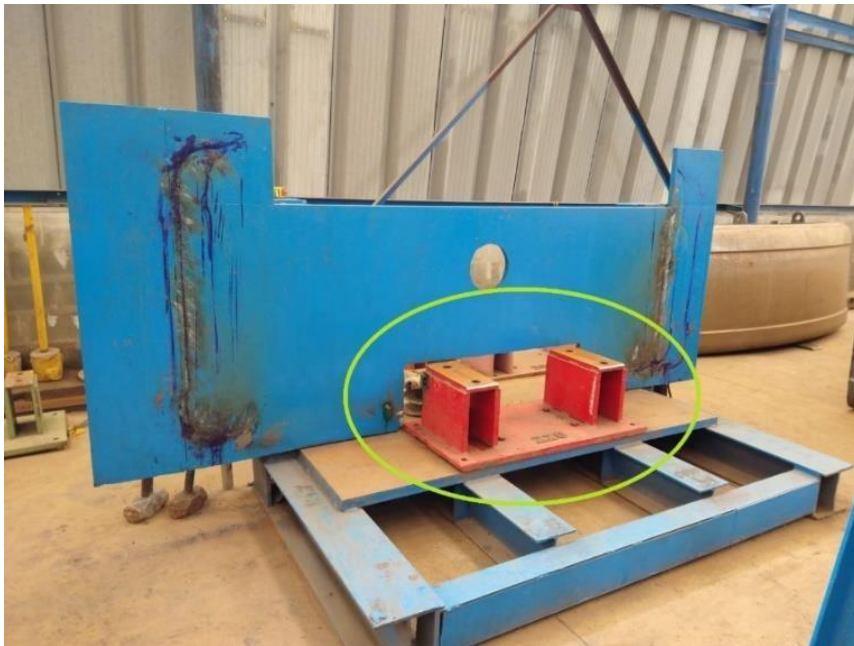
Dentro do processo de acabamento geral, a etapa de alinhamento da borda, atualmente, depende do serviço e conhecimento técnico de uma única pessoa, pois é necessário cortar e alinhar a borda do contrapeso. Esse processo tem sido muito demorado se perdurando por aproximadamente uma hora, ocasionando lentidão na produção.

Diante desse cenário, uma análise foi feita, identificando uma oportunidade de melhoria. Sendo assim, foi fabricado um dispositivo onde irá otimizar e padronizar a troca dos contrapesos, facilitando a repetitividade do processo. Fazendo o uso desse dispositivo, consegue-se tirar a dependência operacional de um único funcionário, treinando mais funcionários para a utilização do mesmo.

Diante da análise realizada, a Figura 13 apresenta o dispositivo e o módulo, sendo que ambos estão encaixados conforme orientação:

- Dispositivo (em azul);
- Módulo (em vermelho);

Figura 13: Dispositivo e módulo para alinhamento do contrapeso



Fonte: Os autores (2023)

Contudo, com a aplicação do *kaizen*, um passo muito importante a ser seguido é a padronização nos processos. Conforme foi dada a solução para um dos problemas, treinar mais funcionários para que se otimize a etapa do alinhamento da borda e retirar a dependência operacional de um único funcionário, foi realizado um passo a passo de uma prática padrão a ser seguida, para montagem e utilização do dispositivo e módulo. Segue a seguir as etapas:

- 1ª etapa: Verificar com o líder responsável pela área/produto qual modelo de contrapeso será alinhado naquele momento, de acordo com o pedido do cliente. Em seguida montar o dispositivo com o módulo que corresponde ao modelo informado.

- 2ª etapa: Limpar a base do dispositivo e o módulo, retirando todas as impurezas a fim de que não haja desnivelamento.
- 3ª etapa: Com auxílio da ponte rolante, encaixar o módulo no dispositivo. Inserir manualmente parafusos para fixar o dispositivo no módulo e realizar o aperto dos parafusos com a chave.

Em síntese, com a implantação do dispositivo e módulo (Figura 13), o tempo foi otimizado além do esperado, com uma redução de 85 %, porém foi observado que por existir apenas um dispositivo, quando dois ou mais contrapesos estão prontos, somente um contrapeso é colocado para o alinhamento da borda, gerando da mesma forma um *lead time* maior e uma ociosidade dos demais funcionários.

A proposta de um novo plano de ação é que se fabrique mais um dispositivo de encaixe para os contrapesos e que se duplique os módulos, pois assim a dependência técnica deixará de estar apenas sobre um funcionário e outros serão treinados, e tendo mais um dispositivo de alinhamento o processo será duplamente otimizado gerando assim mais rotatividade nas peças, maior produção e entrega das mesmas, trazendo um faturamento maior para a empresa.

4.3.2 Aplicação do *kanban*

O *kanban* que além de ser visto no formato de *softwares*, sua estrutura é mais encontrada através de cartões, como se fossem *post-its*, indicando suas etapas:

- O que está a fazer;
- O que está em andamento;
- O que já foi feito.

Diante do que foi aplicado no *kaizen* e na proposta de melhoria sugerida, foram definidos todos os cartões de acordo com o passo a passo para a implementação do projeto, além da divisão do quadro. Logo após a cor de cada cartão, foi pensada como uma forma de facilitar ainda mais o entendimento, chamando assim a atenção de todos os envolvidos.

Após realizar esses procedimentos, para evitar atrasos, foi priorizado determinadas tarefas, sendo essa a etapa fundamental do cartão *kanban*, conforme Figura 14. E, ao longo de todo o processo foi importante que todos os gestores ficassem cientes de que sempre que necessário, novos cartões fossem criados, da mesma forma que novas prioridades podem surgir com o andamento do processo *kaizen*.

Figura 14: Aplicação do cartão *kanban*



Fonte: Os autores (2023)

O cartão *kanban* define neste caso, a informação acessível, a facilidade de entender as necessidades em aberto e o cenário executado e em andamento. Este tipo de informação, além de tudo é de fácil compreensão a todos os colaboradores de um processo.

4.3.3 Aplicação do *takt time*

Levando em consideração os dados informados pela empresa de aproximadamente 231 unidades produzidas por mês, pode-se aplicar o conceito do *takt time*. O *takt time* é calculado dividindo a demanda dos clientes pelo tempo disponível para a produção da fábrica.

O processo produtivo ocorre em apenas um turno e durante a semana (segunda-feira a sexta-feira). Sendo que de segunda-feira a quinta-feira, a empresa funciona das 7h às 17h, às sextas-feiras das 7h às 16h, tendo todos os dias uma pausa para o horário de almoço das 12h às 13h, somando assim 44 horas de trabalho semanais.

O total do tempo de trabalho será de 158400 *segundos* por semana, logo dividindo a produção mensal por 4 semanas disponíveis, tem-se: $\frac{231}{4} \cong 57$ peças produzidas por semana.

A partir da aplicação do conceito da Equação 1, tem-se que:

$$takt\ time = \frac{\text{tempo disponível}}{\text{demanda}} = \frac{158400}{57} \cong 2779 \text{ segundos por peça produzida}$$

$$takt\ time \cong 2779 \text{ segundos/peça} \therefore takt\ time \cong 46 \text{ minutos/peça}$$

A Tabela 2 apresenta as etapas de produção do contrapeso. Sendo que a partir do levantamento de dados é possível verificar que a sua produção se dá em seis etapas.

Tabela 2: Etapas de produção do contrapeso

Etapas	Produção
1	Montagem da estrutura
2	Solda da estrutura
3	Montagem da <i>skin</i>
4	Solda da <i>skin</i>
5	Enchimento – cura do enchimento 48h
6	Acabamento geral - Gabarito de alinhamento - Alinhamento da borda - Montagem da tampa - Solda da tampa - Inspeção

Fonte: Os autores (2023)

4.3.4 Aplicação do *lead time*

A partir da definição das etapas do processo produtivo e utilizando a Equação 3, o contrapeso apresenta um *lead time* total de 60,09h (aproximadamente três dias) e um envolvimento total de 15 colaboradores, conforme dados apresentados na Tabela 3. Sendo que na empresa em questão, trata-se do produto com maior quantidade de pedidos. Através da visita técnica e reunião com colaboradores, foi informado que consequentemente seria o que apresenta maior quantidade de gargalos.

Tabela 3: Etapas de produção do contrapeso

Processo	Quantidade de colaboradores envolvidos	Lead time (h:min)	Lead time (h)
Montagem da estrutura	2	00:40	0,67
Solda da estrutura	2	00:45	0,75
Montagem da <i>skin</i>	2	00:40	0,67
Solda da <i>skin</i>	2	01:00	1,00
Enchimento	2	48:00	48,00
Acabamento geral	5	09:00	9,00
Total	15	60:05	60,09

Fonte: Os autores (2023)

Os resultados obtidos do *lead time* se dão através da soma da quantidade de colaboradores envolvidos que serão necessários nas etapas do processo e a soma do tempo necessário para concluir a atividade.

4.4 Resultados

4.4.1 Resultados aplicação do *kaizen*

A primeira ferramenta apresentada para traçar resultados, foi o *kaizen*. Após traçar o plano de ação e implementar o dispositivo no processo produtivo, notou-se os seguintes resultados:

- **Oportunidade de melhoria:** Otimizar e padronizar a troca entre os módulos para a alternância dos contrapesos mediante ao balanço de atendimento a produção, que afeta diretamente na produtividade. De maneira facilitada garantindo a repetitividade do processo, padronizando todas as peças que fizerem uso do dispositivo.

- **Cenário atual:** O processo em questão está na dependência do conhecimento de uma única pessoa, pois é necessário conhecimento técnico para cortar e alinhar a borda em questão. As trocas entre os módulos chegam a se perdurar por até 1 hora, ocasionando lentidão na produção.

- **Causas:** Delonga na troca dos módulos, dependência operacional/conhecimento técnico e falta de padrão.

- **Metas:** Reduzir o tempo de troca, padronizar a troca dos módulos e expandir o conhecimento de troca dos módulos para mais operadores.

- **Resultados:** Tempo otimizado na troca dos módulos em 85 %, sem dependência técnica e padronização das trocas efetivas com todos os colaboradores envolvidos nesse processo.

A partir da utilização da ferramenta *kaizen*, e com o novo dispositivo para alinhamento da borda do contrapeso (Figura 13), foi observado uma redução de 85 % do tempo, que é um indicador de melhoria, logo ocorreu uma otimização do tempo utilizado para alinhar a borda. Apresentado este benefício, observou-se também, que por existir apenas um dispositivo, quando dois ou mais contrapesos ficam prontos, somente um é colocado para o alinhamento da borda, desta forma, uma opção para que a eficácia se mantenha, é a aquisição de mais um dispositivo.

4.4.2 Resultados aplicação do *kanban*

Com a aplicação do quadro com os *post-its* de fácil acesso a todos os envolvidos no processo, a fim de melhorar e agilizar as condições do tempo do processo. A sinalização por meio de cores diferentes, traz o alerta ao que deve ser prioridade e ao que está concluído, melhorando o acesso à informação e priorizações.

Os cartões *kanban* neste cenário, vem para sinalizar e disponibilizar com mais clareza a visualização de todo processo que está caminhando para construção de um melhor cenário futuro de toda produção do contrapeso, evitando desta forma, desperdícios de tempo e manufatura, possibilitando a redução do tempo de produção e mitigando possíveis paradas para tratar não conformidades produtivas.

4.4.3 Resultados aplicação do *takt time*

A aplicação da ferramenta *takt time* avaliou o tempo necessário para que todas as etapas produtivas fossem efetuadas e determinou o tempo para obter-se uma peça pronta para o cliente final. Através de tal levantamento de dados, aprimora-se a base de dados e o mapeamento dos processos, o que aplica a matriz cliente - produção.

Desta forma, a área comercial da indústria e o processo produtivo conseguem determinar os prazos para a conclusão dos requisitos do cliente final, focando na satisfação do cliente.

4.4.4 Resultados aplicação do *lead time*

A aplicação da ferramenta *lead time*, através das informações apresentadas pelos colaboradores, demonstrou o 'pior' cenário, a maior opção total de tempo produtivo. Neste modelo de apresentação, foi possível visualizar os gargalos da produção, entendendo que o 'pior' cenário traz uma produção de três dias, mas a busca por ferramentas adequadas, podem otimizar e diminuir esse tempo.

Foi evidenciado uma dificuldade no entendimento do *lead time* produtivo, isto é, conceitos e aplicações. Foi sugerido também, que para eficácia das ações, a melhor forma de aplicar esse tipo de ferramenta e entender o tempo ideal da produção, e que haja um treinamento para aprimorar o conceito teórico ferramental a todos os envolvidos no processo.

5 CONCLUSÃO

As ferramentas *kaizen* e *kanban* utilizadas no estudo de caso possibilitaram uma estratégia de melhoria a empresa, detectando as causas-raízes e focando a atenção na implementação de medidas de controle de processo.

A padronização de processos e treinamentos de funcionários utilizada como ferramenta *kaizen* além de trazer melhorias ao processo produtivo, retratou também a proximidade entre colaboradores e processos, em que todos adquiriram e agregaram valor ao ambiente. Neste caso foi possível observar que a aplicação do *kaizen* é um grande aliado, pois permite mudanças rápidas a baixo custo, para atingir pontos de melhoria no trabalho executado.

A aplicação da ferramenta *kanban*, sinalizou um quadro, onde todos os envolvidos conseguiram visualizar de forma mais ágil os processos e melhorias a serem definidas, demonstrando agilidade.

Com a aplicação das ferramentas *takt time* e *lead time* foi possível compreender, de forma mais apurada, os gargalos produtivos que auxiliam na gestão do tempo necessário para atender as demandas. Foi visualizado uma deficiência quanto as questões teóricas do funcionamento da ferramenta, mas uma disposição para obtenção de treinamentos que tragam melhoria a essa condição.

Mediante ao exposto, após a análise dos resultados apresentados durante este trabalho concluiu-se que os objetivos e conceitos propostos auxiliam na tomada das ações e as ferramentas utilizadas para a gestão de melhorias no ambiente industrial.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ricardo Emmanuel Henriques de. **Balanceamento de linhas de Produção**, 2015. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Aveiro, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, 2015.

ALVARES, Felipe Toguchi *et al.* **Kaizen**: o sucesso na estratégia de produção. Revista Científica UNILAGO, v. 1, n. 1, 2017.

ALVAREZ, Roberto Reis; ANTUNES Jr., José Antônio Valle. **Takt-time**: conceitos e contextualização dentro do sistema Toyota de produção. Gestão & Produção, São Carlos, v. 8, n. 1, p.1-18, 2001.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM A36**: Standard Specification for Carbon Structural Steel. Philadelphia: ASTM International, 2017.

BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. **Gestão de qualidade, produção e operações**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2019.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David. J. **Logística empresarial**: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2009.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços. São Paulo: Cengage, 2018.

CRUZ, Breno Dantas. **Um mapeamento sistemático de métricas para metodologias ágeis scrum, kanban e XP**. 2013. 80f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Software) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

DIAS, Gilberto Tavares de Macedo *et al.* **O aprimoramento do método segundo os**

princípios de *kaizen* e suas limitações. *Sistemas & Gestão*, v. 15, n. 3, p. 199-200, 2020.

ELIAS, Sérgio José Barbosa; OLIVEIRA, Mauro Macedo de; TUBINO, Dálvio Ferrari **Mapeamento do fluxo de valor:** um estudo de caso em uma indústria de gesso. *Revista ADMPG*, [S. l.], v. 4, n. 1, 2011.

FRANDSON, Adan.; BERGHEDE, Klas.; TOMMELEIN, Iris D. **Takt time planning for construction of exterior cladding.** *Proceedings IGLC-21*, July 2013 | Fortaleza, Brazil.

FERRO, José R. **A essência da ferramenta mapeamento do fluxo de valor.** Lean Institute Brasil, 2005. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/61/a-essencia-da-ferramenta-mapeamento-do-fluxo-de-valor.aspx>. Acesso em: 15 de fev. de 2023.

HEISLER, Paulo Alexandre. **Aplicação da metodologia *kanban* como ferramenta adaptada para gestão de “leitos” na emergência.** 2012. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Informação Científica e Tecnológica em Saúde) - Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Grupo Hospitalar Conceição, Porto Alegre, RS, 2012.

HORCH, Nils. **Management control of global supply chains.** 4. Ed. Siegburg, Alemanha: Josef Eul Verlag GmbH. 2009.

IMAI, M. **Kaizen:** a estratégia para o sucesso competitivo. 5. Ed. São Paulo: IMAM, 1994.

INSTITUTO KAIZEN. *Manual Kaizen Diário.* 2012. Disponível em: <https://gestaodesegurancaprivada.com.br/kaizen-o-que-e-objetivos-principios/>. Acesso em: 16 de abri. de 2023

IWAYAMA, H. **Basic concept of Just-in-Time system.** Curitiba: IBQP-PR, 1997.

KACH C. S., OLIVEIRA J. R., DA VEIGA R. L., GALHARDI, C. A. **Mapeamento do**

fluxo de valor: Otimização do processo produtivo sob a ótica da Engenharia da Produção, 2014. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Anais [...] Rio de Janeiro: AEDB, 2014.

KLOTZ, Leidy; HORMAN, Michael; BODENSCHATZ, Mark. **A lean modeling protocol for evaluating green project delivery**. Lean Construction Journal, v. 3, n. 1, 2007.

KNUTH, Valdecir. KOHLM, Aliciane. **Logística integrada**. Indaial: Uniasselvi, 2013.

LASCH, Marcelo Henrique. **MFV - Mapeamento do Fluxo de Valor:** utilização do método de mapeamento do fluxo de valor em uma empresa metalúrgica. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) - Curso de Engenharia Mecânica, Unijuí, Rio Grande do Sul, 2013.

LEITE, M. S. *et al.* **Eficácia da heurística da utilização incremental para balanceamento de linha:** estudo de caso em um processo de tratamento de superfície. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 17, n. 3, p. 781-803, 15 set. 2017.

NASH, Mark, A.; POLING, Sheila, R. **Mapping the total Value Stream:** A comprehensive guide for production and transactional processes. New York: Productivity Press Publisher. 2011.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção:** além da produção em larga escala. São Paulo: Editora Bookman, 1997.

ORTIZ, Chris A. **Kaizen e implementação de eventos kaizen**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009.

PASCAL, Dennis. **Produção lean simplificada**. 2. Ed. São Paulo: Editora Bookman. 2008.

PINTO, Joana Margarida Madureira. 2008. **Kaizen nas unidades hospitalares criar**

valor eliminando desperdícios. Projecto de Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

PRADO, M. *et al.* **Análise da aplicação da teoria das restrições na linha de manufatura de uma indústria de produtos bélicos.** In: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, João Pessoa. 2016. p. 1-17, 2016

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil. 2013.

ROYER, Rogério; ROSA, Ariane Ferreira Porto; SAVEDRA, Lucas Alves. **Mapa de fluxo de valor aplicado em uma microcervejaria.** Revista Gestão Industrial, v. 14, n. 1, 2018.

SANTOS, Leandro dos. **Escavadeira JCB JS200 LC.** 2012. Disponível em: <https://www.terraplenagem.net/jcb-js200-lc-1855/>. Acessado em: 12 de mar. de 2023.

SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Cláudia Fabiana; SANTOS, Eder Jonis dos. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implantação da produção enxuta na fabricação de fios de cobre.** Revista Gestão Industrial, v. 7, n. 4, 2011.

SHARMA, Anand; MOODY, Patricia E. **A máquina perfeita:** como vencer na nova economia produzindo com menos recursos. São Paulo: Pearson. 2003.

SCOTELANO, Souza. Laíce de. **Aplicação da filosofia *kaizen* e uma investigação sobre a sua difusão em uma empresa automobilística.** Rev. FAE, Curitiba, vol.10, n.2, pp.165- 177. jul./dez. 2007.

STOCK, J. R.; LAMBERT, D. M., **Strategic logistics management.** 4. Ed. New York: McGraw-Hill Education, 2001.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigma** - introdução às ferramentas *do Lean manufacturing.* 2. Ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2011.

WOMACK, James, P.; JONES, Daniel. T. *Lean Thinking* - a mentalidade enxuta nas empresas. 2. Ed. Editora Campus. 2004.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.