



Dieimis Maicher Naujorks

**SISTEMA *LEAN MANUFACTURING* PROPOSTO PARA O
PROCESSO DE ABASTECIMENTO DA LINHA DE MONTAGEM DE
CONJUNTOS SOLDADOS: UM ESTUDO DE CASO**

Horizontina - RS

2018

Dieimis Maicher Naujorks

**SISTEMA *LEAN MANUFACTURING* PROPOSTO PARA O
PROCESSO DE ABASTECIMENTO DA LINHA DE MONTAGEM DE
CONJUNTOS SOLDADOS: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Sirnei César Kach, Me.

Horizontina - RS

2018

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE MECÂNICA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

"Sistema *lean manufacturing* proposto para o processo de abastecimento da linha de montagem de conjuntos soldados: um estudo de caso"

Elaborada por:

Dieimis Maicher Naujorks

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

Aprovado em: 03/12/2018

Pela Comissão Examinadora

Prof. Símei César Kach, Me.

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Prof. Eliane Garlet, Me.

FAHOR – Faculdade Horizontina

Prof. Jonathan Felipe Camargo, Me.

FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta Faculdade, seu corpo docente, Direção e administração que oportunizaram a janela que hoje desporto um horizonte superior, pela pura confiança no mérito e éticos aqui presentes.

Ao meu orientador Sirnei César Kach, Me, pelo suporte que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Dentre os métodos existentes para aumentar a produtividade e evitar desperdícios, destaca-se o sistema *lean manufacturing*, que traz diversos conceitos e ferramentas a serem aplicados em empresas, com o intuito de diminuir custos e aumentar rendimentos. Dentre estas ferramentas, destacam-se : mapeamento de fluxo de valor, *kanban* e *kaizen*. Uma vez que a empresa na qual foi realizado o presente estudo, apresenta problemas no sistema de seleção de peças para montagens de *kits*. O escopo deste trabalho delimita-se na coleta de dados e análise das informações sobre o pagamento de materiais. Além disso, abrange a identificação das perdas, e desenvolvimento de propostas de melhorias a serem consideradas no setor de seleção de peças do conjunto. Para tal, a metodologia de investigação aplicada foi um estudo de caso, sendo conduzido em três fases: na primeira foi realizada a revisão da literatura quanto aos temas que envolvem o *lean manufacturing* e suas ferramentas, principalmente a ferramenta de cronoanálise. A segunda fase consistiu na elaboração de um quadro referente ao cenário atual do processo avaliado, de forma a verificar quais atividades agregam valor e quais não agregam, e quais são seus respectivos tempos. Por fim, na terceira fase foi proposto um novo esquema para o processo, com sugestões de melhorias na separação do *kit*. Para facilitar a visualização e aceitação das melhorias propostas, foi feito ainda um *layout* simplificado do processo atual. Estima-se que através das sugestões de melhorias apresentadas seria possível aumentar a eficiência do processo. Além disso, os resultados obtidos sugerem que o método *lean* permitiu um entendimento do processo produtivo de forma sistêmica, onde as técnicas aqui estudadas, como o mapeamento do fluxo de valor e cronoanálise, permitem uma maior compreensão do processo em si e de como torna-lo mais eficaz através da identificação e solução de problemas.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. Otimização de Processos. Cronoanálise. Redução de Desperdícios.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Movimentos do trabalhador	17
Figura 2: Diferenças entre fluxo de produção tradicional e fluxo contínuo	18
Figura 3: Simbologia VSM.....	20
Figura 4: Elementos 5s	21
Figura 5: Qualidade, Produtividade e Competitividade	23
Figura 6: Esquema de cálculo de takt time	24
Figura 7: Etapas lead time.....	25
Figura 8: Exemplo de produção nivelada e não nivelada	26
Figura 9: Sistema sem jidoka e com jidoka	27
Figura 10: Exemplo de quadro kanban	28
Figura 11: Andon.....	30
Figura 12: Exemplo de aplicação do poka yoke	31
Figura 13: Etapas da ferramenta SMED	32
Figura 14: Passos para implantação do evento kaizen	35
Figura 15: Os 4 ciclos do PDCA.....	36
Figura 16: Layout do processo atual	42
Figura 17: Gráfico da cronoanálise	44
Figura 18: Gráfico do tempo para realização das atividades, processo atual	44
Figura 19: Layout do processo futuro.....	46
Figura 20: Gráfico da cronoanálise do processo futuro	47
Figura 21: Gráfico do tempo para realização das atividades, processo proposto	48
Figura 22: Comparação entre os cenários	49
Figura 23: Eficiência para os diferentes cenários.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Funções e regras de utilização do kanban	29
Quadro 2: Pilares e objetivos da manutenção produtiva total	34
Quadro 3: Matriz de priorização	41
Quadro 4: Cronoanálise do processo atual	42
Quadro 5: Cronoanálise do processo futuro.....	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	TEMA	9
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA	9
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	9
1.5	OBJETIVOS	11
1.5.1	Objetivo Geral	11
1.5.2	Objetivos Específicos	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1	SISTEMAS DE PRODUÇÃO	13
2.2	<i>LEAN MANUFACTURING</i>	14
2.2.1	As 8 perdas	15
2.2.2	TOC	17
2.2.3	Fluxo contínuo	18
2.2.4	VSM	19
2.2.5	Os 5's	21
2.2.6	Produtividade	22
2.2.7	Takt time	24
2.2.8	Lead time	24
2.2.9	Logística interna	25
2.2.10	Heijunka	26
2.2.11	Jidoka	27
2.2.12	Kanban	28
2.2.13	Just in time	29
2.2.14	Andon	30
2.2.15	Poka yoke	31
2.2.16	SMED	32
2.2.17	TPM	33
2.2.18	Kaizen	34
2.2.19	PDCA	36
3	METODOLOGIA	38
3.1	ÁREA DE ESTUDO	38
3.2	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	38
3.3	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	40
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	41
4.1	CENÁRIO ATUAL	41
4.2	CENÁRIO FUTURO	45
4.3	COMPARAÇÃO DOS CENÁRIOS	49
	CONSIDERAÇÃO FINAL	51
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

A globalização acentuada que vem ocorrendo nas últimas décadas fez com que a competitividade no mercado de trabalho sofresse um aumento considerável. Fator este que leva as organizações a buscarem melhorias contínuas para se adequar às inovações e se manterem estável. A modernização e o aumento no número de opções disponíveis torna os consumidores cada vez mais exigentes, o que contribui para esta busca contínua pela otimização (DELUIZ, 2017; IANNI, 1994).

As inovações tecnológicas são constantes e exigem profissionais capacitados e capazes de se adequarem facilmente às mudanças (GONDIN, 2002). Aliada à esta necessidade, torna-se essencial também adequar os sistemas administrativos e operacionais das organizações, tornando-os mais eficiente, diminuindo perdas e aumentando lucros e ganhos (RIANI, 2006).

Dentre os métodos existentes para aumentar a produtividade e evitar desperdícios, destaca-se o sistema *lean manufacturing*. O princípio básico deste método reside no conceito de compatibilizar novas técnicas de gerência com o avanço constante de máquinas e equipamentos, de modo a aumentar a produção utilizando menos matéria prima e menos mão de obra (RIANI, 2006).

É com este intuito que o presente trabalho foi realizado, uma vez que a indústria em questão – que atua no segmento metalúrgico – tem buscado a melhoria constante do desempenho dos seus sistemas produtivos, dando ênfase especial à redução das perdas. Observou-se que o abastecimento da linha de montagem de conjuntos soldados da empresa possui potencial de aumento da eficiência e redução das perdas, uma vez que as atividades que não agregam valor são muito elevadas neste processo – como deslocamentos desnecessários, por exemplo.

Deste modo, foram propostas melhorias para o setor de recebimento de peças para *kits* soldados, com o intuito de diminuir as perdas que ocorrem no processo. Primeiramente, identificaram-se as principais causas de desperdícios que acometem a separação e armazenamento dos materiais. Na sequência utilizando as principais ferramentas do sistema *lean*, verificou-se quais seriam os métodos mais adequados para otimizar o processo, dentro dos conceitos entendidos na

manufatura enxuta, sendo analisada ainda a viabilidade de implementação futura das melhorias sugeridas.

Este trabalho caracteriza-se, portanto, como um estudo de caso e foi realizado através de revisão bibliográfica, coleta e interpretação de dados, além do desenvolvimento e verificação da aplicabilidade de propostas de aperfeiçoamento do processo em questão.

1.1 TEMA

O presente trabalho de pesquisa considera os conceitos e métodos de melhoria de processos, caracterizados pelo sistema *lean* de produção.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O escopo deste trabalho delimita-se na coleta de dados e análise das informações sobre o recebimento de materiais. Além disso, abrange a identificação das perdas, e desenvolvimento de propostas de melhorias a serem implementadas em médio e longo prazo, no setor de seleção de peças de conjuntos soldados, baseado no sistema *lean* de produção.

Para tal, a abrangência deste estudo de caso se dá desde o recebimento das peças constantes no *kit*, até sua distribuição e armazenamento dentro da fábrica, envolvendo toda sua movimentação dentro da indústria até a triagem final para montagem dos conjuntos.

Foi realizada a cronoanálise dos itens constantes no conjunto, bem como o mapeamento do fluxo de valor, no processo atual e a proposição com mapa futuro para o mesmo.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O processo de recebimento de peças apresenta um alto grau de desorganização, o que contribui em demasia nas perdas e desperdícios de todo o processo produtivo. O tempo para que determinada peça se desloque de uma etapa a outra é alto, além de que o percurso não é feito de maneira eficiente, uma vez que a dinâmica envolvida no trajeto de deslocamento é falha.

A indústria é responsável pela montagem de diversos *kits* diariamente. Por conta disso, é ideal que as peças constantes em cada conjunto estejam armazenadas de modo a facilitar sua seleção nos armazéns de matéria prima. Assim facilitando o fluxo de materiais e reduzindo o tempo necessário para a seleção de todas as peças e posterior direcionamento à linha de montagem.

Percebeu-se que o abastecimento da linha de montagem de conjuntos soldados da empresa é falho, uma vez que requer deslocamentos constantes e desnecessários por parte de operadores e máquinas. Via de regra é sabido e claro que esta atividade não agrega valor ao produto final, aumentando o *lead time* do processo. Em diversas situações, peças pertencentes a um mesmo *kit* estão dispostas em mais de um armazém, causando deslocamentos mais longos e necessidade de empilhadeira e operador habilitado para sua execução.

Com base nas colocações anteriores para contextualização, surge o questionamento: poderá o método *lean manufacturing*, utilizando suas ferramentas e conceitos, contribuir de maneira efetiva na estruturação de uma proposta de novos métodos de trabalho para melhoria do processo, fazendo com que as perdas no abastecimento da linha de montagem para conjuntos soldados sejam diminuídas, aumentando sua eficiência?

1.4 JUSTIFICATIVA

Empresas de pequeno e médio porte tendem a não ter recursos financeiros para realização de grandes investimentos. Por conta disso, de modo a manter o giro do capital, é imprescindível que haja organização na compra de matéria prima, bem como na manutenção dos estoques. Processos de triagem de peças e matéria prima que não são devidamente organizados podem representar grandes perdas para a empresa, com situações de compras desnecessárias e acúmulo de material – ou o inverso, ocorrendo a falta de matéria prima para a produção.

De modo a sobreviver no mercado altamente competitivo do século XXI, é essencial que as empresas se adaptem e possuam um sistema organizacional de qualidade. Uma vez que o *lean manufacturing* visa a redução de desperdício e melhoria contínua do processo produtivo, este sistema pode ser implementado com

o intuito de manter a competitividade das organizações, através de mudanças no processo operacional e gestão de qualidade, buscando a otimização destes.

Este trabalho, que foi aplicado em uma empresa metalomecânica, justifica-se pela relevância do conceito *lean* na redução de perdas e desperdícios. A empresa em questão apresenta, em seu setor de recebimento, triagem e armazenamento de peças, condições de desorganização que dificultam o direcionamento de peças para o setor produtivo.

Desta forma, com a implantação de um sistema de recebimento e armazenagem de peças capaz de agir de modo eficaz e organizado, pode-se diminuir desperdícios, aumentando a produtividade e a eficiência do setor que sequencia o processo, que é a montagem e na entrega do produto final ao cliente. A devida organização da triagem pode, ainda, facilitar a manutenção dos estoques.

Caso ocorra à diminuição dos desperdícios citados no *lean manufacturing*, é possível agregar muito valor aos produtos finais, gerando maior produtividade e lucro à empresa, por conta da garantia do aumentando de sua eficiência.

Através dos conceitos teóricos aprendidos durante o curso de graduação, a oportunidade de colocar em prática, na forma de um estudo de caso permite uma visão mais aprofundada do assunto, permitindo a expansão dos horizontes ao estudante. Além disso, permite que a empresa obtenha algumas vantagens, como redução de desperdícios e maior produtividade.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é tecer propostas com base nas ferramentas do sistema *lean manufacturing*, propondo melhorias para implementação em parte de um processo produtivo na indústria metalúrgica, observando perdas apontadas.

1.5.2 Objetivos Específicos

De modo a alcançar o objetivo proposto, deve-se atender a alguns objetivos específicos, como os que seguem:

- Identificar as principais causas de perdas ocorridas na separação e armazenamento dos materiais;
- Verificar métodos para diminuir desperdícios, propondo otimização e organização do sistema com base no *lean*;
- Analisar a viabilidade das melhorias sugeridas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A competitividade acirrada entre empresas e a busca constante por mais eficiência nos processos e operações direciona as organizações para sistemas de produção modernos. Um sistema de produção nada mais é que a interdependência de recursos, pessoas ou processos, que trabalham de maneira coordenada com o intuito de alcançar um objetivo (a produção de um bem ou a prestação de um serviço) (ANTUNES, 2008; SANTOS, 2017).

Os sistemas de produção possuem alguns conceitos fundamentais que auxiliam no seu entendimento como um todo, como por exemplo o conceito de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*). As entradas de um sistema dizem respeito a todas as informações, materiais ou energia importados para dentro do sistema, que, após processados, irão adquirir valor agregado e serão transformados em saídas, que podem ser produtos finalizados (cujo próximo destino é o consumidor final) ou semifinalizados (quando forem utilizados para a fabricação de outro produto). Através da transformação de entradas em saídas é que tem-se o rendimento de um sistema de produção (SANTOS, 2017).

Os sistemas de produção modernos vão além do conceito fordista do período da primeira guerra mundial, abrangendo conceitos como *lean manufacturing*, Toyotismo, controle de qualidade total (TQC), teoria das restrições (TOC), entre outros. Eles surgem através da necessidade de flexibilizar e integrar os sistemas de produção, de modo a atender a demanda constante por inovação e competitividade (ANTUNES, 2008).

Antunes (2008) sugere que os sistemas de produção foram criados com o intuito de apoiar efetivamente os sistemas de manufatura, uma vez que respondem pela adição concreta de valor ao produto final. Por sua vez possuem o intuito de transformar uma matéria prima ou componente intermediário em um produto final, acabado ou em um componente intermediário.

De acordo com Turbino (2018), dentre as classificações mais conhecidas de sistemas para manufatura, destacam-se:

- Produção em massa: produtos padronizados fabricados em larga escala, através de linhas de montagem. Os custos de produção tendem a ser baixos, entretanto, a gama de opções ao cliente final é reduzida;
- Produção contínua ininterrupta: são sistemas de fluxo em linha, que produzem altos volumes de produtos sem diferenciação e sem pausas;
- Produção intermitente: sistema no qual a produção é feita em lotes, sem sequenciamento de procedimentos. A variedade de produtos é alta, requerendo um planejamento de produção mais complexo;
- Produção enxuta: conhecida como Sistema Toyota ou *lean manufacturing*, este sistema busca a eliminação ou redução de atividades que não agreguem valor ao produto final. Para que se atinja tal objetivo, existem ferramentas e métodos que auxiliam na otimização dos processos produtivos.

2.2 LEAN MANUFACTURING

O pensamento *lean* surgiu no Japão, especificamente na empresa Toyota, no período pós Segunda Guerra Mundial. Foi popularizado na década de 80, através de um projeto de pesquisa realizado em diversas empresas automobilísticas em vários países da Europa, América e Ásia. Os resultados desta pesquisa foram publicados em 1990 e constatou, principalmente nas indústrias asiáticas, que práticas sistemáticas com foco nos ciclos de produção e consumo resultam em alta eficiência dos sistemas de manufatura (RODRIGUES, 2013).

Este sistema ficou conhecido como *lean manufacturing*, traduzido para produção enxuta, e se baseia em alguns princípios básicos (BRITO, 2008; RODRIGUES, 2013):

- Especificar valores sob o ponto de vista do cliente;
- Alinhar na melhor sequência as atividades que criam valor, ou seja, as cadeias de valor;
- Realizar tais atividades sem interrupção, de acordo com um fluxo pré-estabelecido;

- Produção puxada (na qual as atividades de fluxo inicial controlam as atividades de fluxos posteriores, busca pela perfeição através de um controle de qualidade, delimitação dos ciclos de consumo e produção, e redução de desperdícios).

Portanto, o *lean manufacturing* nada mais é que um conjunto de ferramentas e técnicas que, de forma conjunta, são capazes de identificar as fraquezas e eliminar os desperdícios de determinada empresa ou processo, agregando valor ao produto e buscando a otimização constante da produção (RODRIGUES, 2013).

Algumas das principais ferramentas do *lean* serão explicadas a seguir, como as 8 perdas que podem ser observadas nas organizações, o fluxo contínuo, o PDCA, etc.

2.2.1 As 8 perdas

O *lean manufacturing* apresentava, antigamente, sete tipos de desperdício ou perdas, que existem em qualquer tipo de organização e que não acrescentam valor ao produto, pelo contrário, geram elevação de custos, que aumentam o valor de produção e conseqüentemente o valor cobrado ao cliente (CARREIRA, 2005).

O conhecimento minucioso dos processos presentes na empresa é essencial para a identificação dos desperdícios que possam vir a ocorrer (ou que já ocorrem) em determinado processo produtivo. Ao conhecer tais processos, é possível verificar quais deles acrescentam mais valor ao produto – e quais não acrescentam. Segundo Ortiz (2006), as ações que acrescentam valor são aquelas que possuem as características almejadas pelo cliente, enquanto todas as atividades que não geram valor são consideradas como desperdício.

De acordo com Ohno (1988, apud CRUZ, 2013) e Cruz (2013) os oito tipos de desperdícios identificados pelo *lean manufacturing* são:

- Superprodução: nada mais é que a produção excessiva ou que ocorre antes do tempo, como comprar matéria prima antes de que esta se torne necessária, ou produzir determinado produto em escala desproporcional à demanda deste;

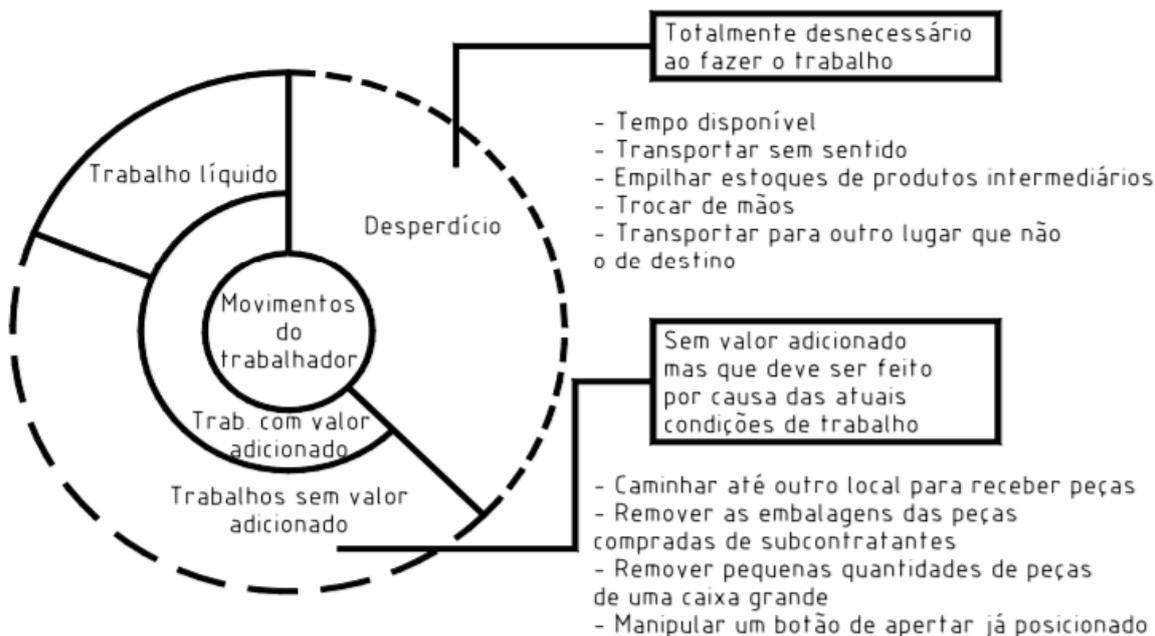
- Transporte: este desperdício relaciona-se à movimentação desnecessária de materiais (seja na logística interna da própria empresa (entre setores) ou externa);
- Tempo de espera: refere-se à ociosidade de pessoas ou produtos, que dependem do andamento de um processo prévio;
- Superprocessamento: se refere aos esforços desnecessários dentro da produção, como etapas repetidas na produção ou tecnologias adicionais que não se fazem necessárias para garantir a qualidade do produto final;
- Defeitos: são todos os erros e equívocos que fazem com que o produto final não esteja de acordo com as expectativas e requisitos estabelecidos pelo cliente; este tipo de desperdício está relacionado a outras perdas, como a monetária, de mão de obra, de transporte, de armazenamento, etc.
- Estoque: este desperdício diz respeito a uma quantidade de itens ou suprimentos superior à capacidade de armazenamento, podendo estar relacionado ainda à maquinário em desuso e produtos mantidos em estoque mesmo após obsoletos;
- Movimentação: refere-se à movimentos desnecessários de operadores, comumente relacionado à *layouts* mal estruturados dentro do processo produtivo;
- Subutilização de pessoas: diz respeito a não utilizar em sua totalidade a capacidade dos funcionários, subjugando sua capacidade intelectual, e pode-se citar como exemplos desta perda: o não envolvimento da equipe em processos de otimização, trabalho desigual ou falta de orientação aos empregados, bem como abertura para fornecimento de sugestões e melhorias por parte dos funcionários.

Segundo Ohno (1997), classificam-se em trabalho líquido (atividades que agregam valor), desperdício (atividades que não agregam valor e que podem ser eliminadas), e trabalho sem valor adicionado (ações que não agregam valor ao produto mas que precisam ser executadas). Como é possível observar, os oito desperdícios citados dizem respeito tanto a aspectos produtivos quanto de

qualidade. A sua diminuição pode ser alcançada através de medidas e técnicas contidas no *lean manufacturing*.

A Figura 1 ilustra resumidamente os tipos de movimento dos trabalhadores em um sistema produtivo, conforme Ohno (1997).

Figura 1: Movimentos do trabalhador



Fonte: Ohno, 1997.

2.2.2 Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições (TOC) diz respeito à minimização ou eliminação dos principais problemas do processo produtivo, conhecidos como gargalos. Conforme Jardim e Costa (2005), existem cinco passos a serem seguidos para completar o ciclo de melhorias previsto na TOC:

- Identificar quais são os recursos críticos (aqueles que podem restringir a capacidade de processamento do sistema);
- Utilizar plenamente estas restrições críticas, de modo a buscar o aperfeiçoamento do sistema;
- Subordinar os demais processos ao ritmo de produção dos recursos críticos;

- Após os passos anteriores, remover tal restrição e verificar o próximo gargalo do ciclo produtivo;
- Iniciar novamente o ciclo de melhoria.

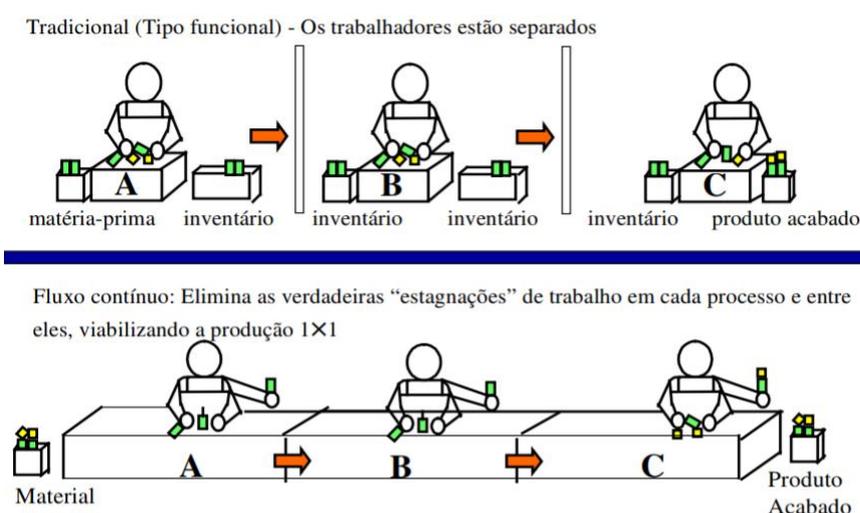
O desempenho de determinado ciclo produtivo pode ser limitado ou restringido pelo elo mais fraco. Desta forma, a teoria das restrições busca identificar e concentrar seus esforços neste elo, aumentando a velocidade de produção (SETEC, 2006; JARDIM; COSTA, 2005).

2.2.3 Fluxo contínuo

De acordo com Ferreira (2004), o fluxo contínuo surge da necessidade de reduzir-se o *lead time* produtivo, sendo que sua implantação na cadeia que agrega valor usualmente demanda a reorganização do *layout* da fábrica (convertendo-o de tradicionais a células de manufatura), otimizando o processo produtivo.

Ainda conforme o autor, a capacidade de implantação do fluxo contínuo depende da efetivação de um fluxo unitário, eliminando desta forma os estoques entre processos, conforme Figura 2.

Figura 2: Diferenças entre fluxo de produção tradicional e fluxo contínuo



Fonte: Ghinato (2000, apud FERREIRA, 2004).

Por conseguinte, ocorre a redução/eliminação dos desperdícios e das perdas por espera, garantindo desta forma redução do *lead time* (FERREIRA, 2004). Conforme é possível observar através da figura, conduz-se um sistema a um fluxo

contínuo de produção quando se consegue implementar um fluxo unitário, reduzindo ou mesmo eliminando excesso de estoques (GHINATO, 2000, apud FERREIRA, 2004).

2.2.4 VSM

O mapeamento do fluxo de valor VSM (*Value Stream Mapping*), é um método de verificação do *lean* criada na década de 80 e desenvolvida primeiramente na empresa Toyota. Na década de 90, esta ferramenta foi difundida mundialmente pelos autores Rother e Shook (WOMACK; JONES, 1996).

Amplamente utilizado nos sistemas de produção enxuta, o VSM é um método que não exige tecnologia – pode ser realizada, inclusive, com papel e lápis. Considera não só o fluxo de materiais, como também o fluxo de informações de determinado processo, contribuindo para reduzir o *lead time* através da identificação das ações que agregam e não agregam valor (BRITO, 2008).

De acordo com Vieira (2006), o VSM possui outras vantagens: linguagem de fácil compreensão e visualização, auxilia na visualização do fluxo de valor através de processos ou departamentos, agrega técnicas e ferramentas do *lean*, forma a base de um plano de implementação, podendo se tornar uma referência na empresa.

Conforme Ferreira (2004), para que seja bem aplicado, o mapeamento do fluxo de valor deve abranger todo o processo produtivo (sendo considerado não só o fluxo de material, mas também o de informação), e todas as ações necessárias para a transformação de matéria prima em produto final. O método considera, portanto, desde o pedido do cliente, até a solicitação de matéria prima para o fornecedor, recebimento, armazenamento, distribuição, montagem e entrega ao cliente final. Entretanto, uma vez que a aplicação correta do VSM é minuciosa e requer uma gama de dados, informações e tempo muito alta, optou-se, neste estudo de caso, por ater-se a uma pequena parcela do processo: o recebimento e triagem de peças para *kits* soldados da indústria.

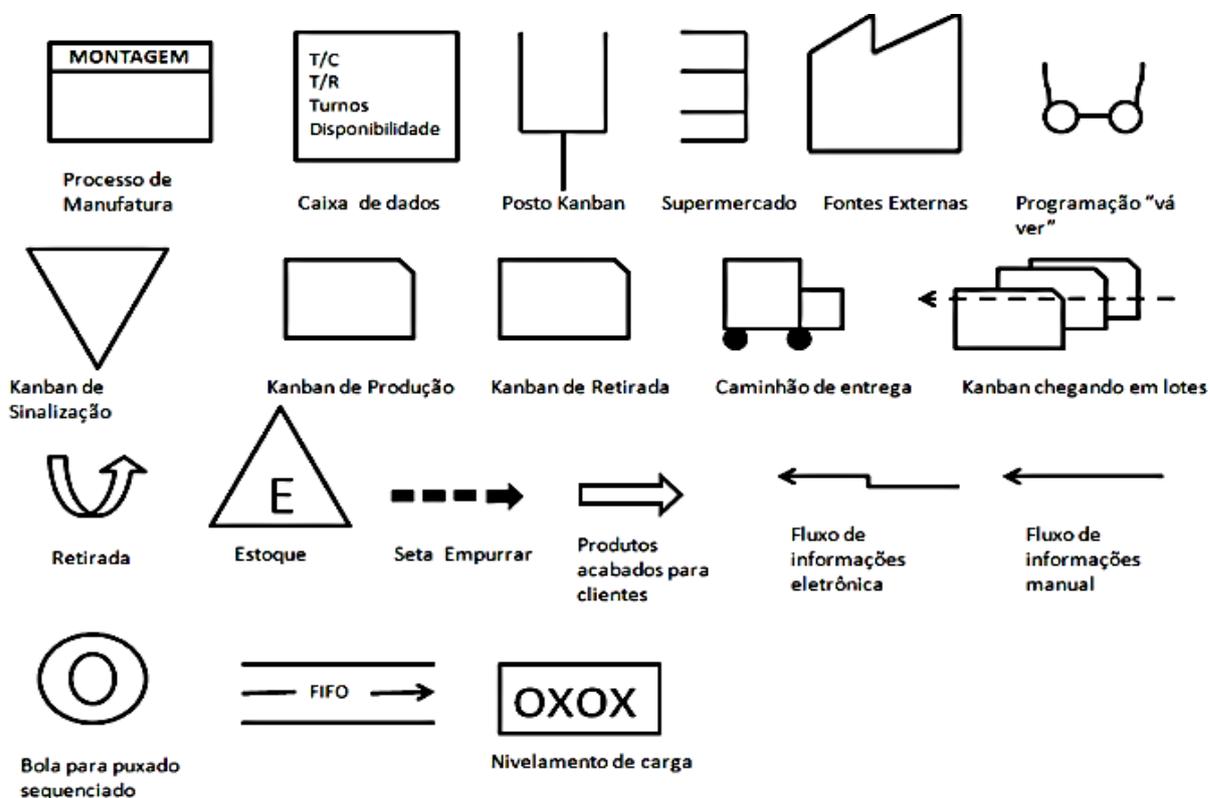
Dentre as ferramentas essenciais para a elaboração do mapeamento de fluxo de valor tem-se a cronoanálise, que é a análise dos tempos necessários para a realização de cada atividade do processo, sendo essencial ainda elencar quais

destas atividades agregam e quais não agregam valor ao produto final. Os objetivos da realização da cronoanálise de um processo são: mapeamento das etapas, definição dos elementos que compõe cada etapa da atividade, levantamento dos tempos necessários para realização das atividades, estabelecimento de tempo padrão, padronização e racionalização de processos (GESTÃO DE PRODUÇÃO, 2018).

Além da cronoanálise, existe ainda dentro do VSM o conceito de balanceamento de linhas, responsável por nivelar a carga de trabalho de operadores e/ou máquinas de acordo com os tempos. Desta forma, é possível alcançar maior eficiência e produtividade, eliminando ou ao menos reduzindo os gargalos de produção (GESTÃO DE PRODUÇÃO, 2018).

De modo a facilitar a visualização, leitura e interpretação de um VSM, existem alguns símbolos padrão adotados por diversos autores. A Figura 3 traz alguns destes símbolos.

Figura 3: Simbologia VSM



Fonte: Womack e Jones, 1996.

Estes símbolos podem representar fornecedores, clientes, estoques, *kanbans*, número de operadores, número de postos, etc. e facilitam o entendimento mais rápido do processo (WOMACK; JONES, 1996).

2.2.5 Os 5's

A ferramenta conhecida como 5s possui como propósito identificar problemas e gerar oportunidades de otimização, através da implantação de uma cultura de organização e disciplina. Com a aplicação da ferramenta, almeja-se reduzir o desperdício de recursos e aumentar a eficiência das operações (FERREIRA, 2004).

Na Figura 4 é possível observar um diagrama com um resumo dos elementos que compõe a metodologia 5s.

Figura 4: Elementos 5s



Fonte: Setec, 2006.

Conforme Osada (1992, apud FERREIRA, 2004), a metodologia 5s, quando aplicada à empresas e organizações, pode permitir o desenvolvimento de uma melhora contínua na destinação dos recursos; além disso, a ferramenta estimula a melhora do clima organizacional, incentivando funcionários. As palavras que dão origem aos 5s estão expostas a seguir (FERREIRA, 2004):

- *Seiri* (descarte): descarta-se o desnecessário, mantendo somente o útil, e na quantidade certa. Através disso, reduz-se os espaços de armazenamento, estoque, transporte e seguros, além de facilitar o transporte de materiais dentro da empresa, melhorando o arranjo físico e o controle de produção. Também diminui-se a compra em duplicidade, causando retorno mais rápido e eficiente de capital;
- *Seiton* (arrumação): consiste em determinar um local para cada peça/material/recurso. Desta forma, ganha-se tempo nos processos de montagem, tornando o ambiente mais organizado e prático.
- *Seiso* (limpeza): manter o ambiente de trabalho asseado passa uma imagem melhor aos clientes e fornecedores, além de aumentar a satisfação do funcionário e tornar o ambiente mais salubre;
- *Seiketsu* (padronização): após a implantação dos passos anteriores, deve-se criar um padrão de reposição e manutenção das condições do ambiente de trabalho. Para isso, é ideal que todos possam contribuir com sugestões e ideias para manter a organização do local;
- *Shitsuke* (disciplina): por fim, a última ferramenta refere-se a manutenção sistêmica de todos os passos anteriores, ou seja: tornar todos os demais passos padrões, criando o hábito de mantê-los e garantindo a manutenção da organização criada.

2.2.6 Produtividade

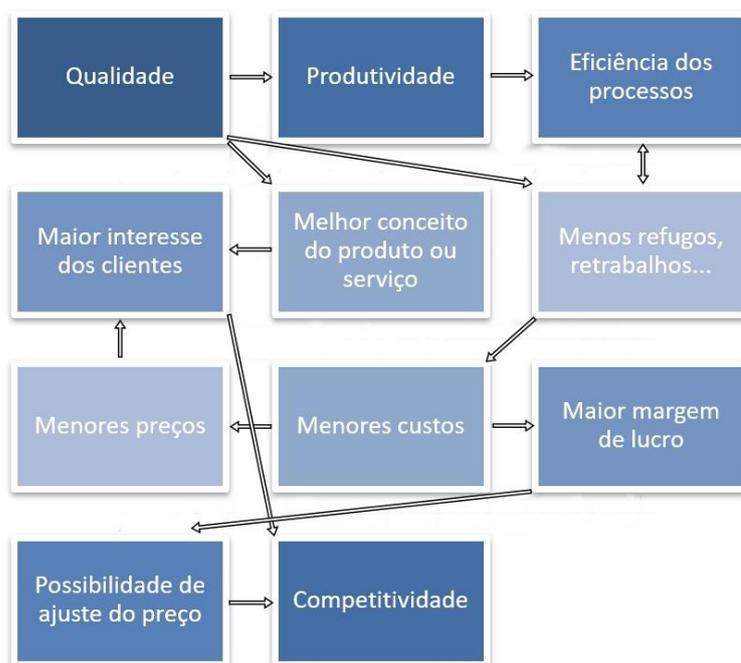
De modo a impedir o declínio econômico e estimular o crescimento e geração de lucros, manter a competitividade torna-se essencial em todos os ramos do mercado de trabalho. Empresas ou organizações que não se mantêm atualizados nas tecnologias, sistemas e configurações que são otimizadas a um ritmo constante tendem a perder espaço no mundo do trabalho e podem inclusive se tornar obsoletas (FARINA, 1999).

Conforme Neto e Barros (2007), a melhoria contínua dos processos de produção são uma exigência do mercado, que busca redução de preços e maior qualidade dos produtos e serviços. Estes dois critérios (produzir mais com menos recursos, reduzindo custos) são os pilares da metodologia *lean manufacturing*.

O conceito de competitividade é amplo e gera controvérsias, podendo ser aplicado em diferentes cenários. Segundo Farina (1999, p. 149), “a competitividade pode ser definida como a capacidade sustentável de sobreviver e, de preferência, crescer em mercados concorrentes ou em novos mercados”. Ainda que para manter a sustentabilidade da empresa, esta deve ajustar seus planos e estratégias ao padrão de concorrência existente, e não à estrutura do mercado atual. Além disso, é essencial estar atento às mudanças nos padrões de concorrência, de modo a garantir a permanência em longo prazo dos padrões competitivos da empresa ou organização.

De acordo com Costa Neto e Canutto (2010), a competitividade está intrinsecamente ligada à qualidade do processo e do produto, que resulta em maior eficácia do sistema produtivo através do bom uso dos recursos disponíveis e das tecnologias aplicadas, conforme exposto no fluxograma apresentado na Figura 5.

Figura 5: Qualidade, Produtividade e Competitividade



Fonte: Adaptado de Costa Neto e Canutto, 2010.

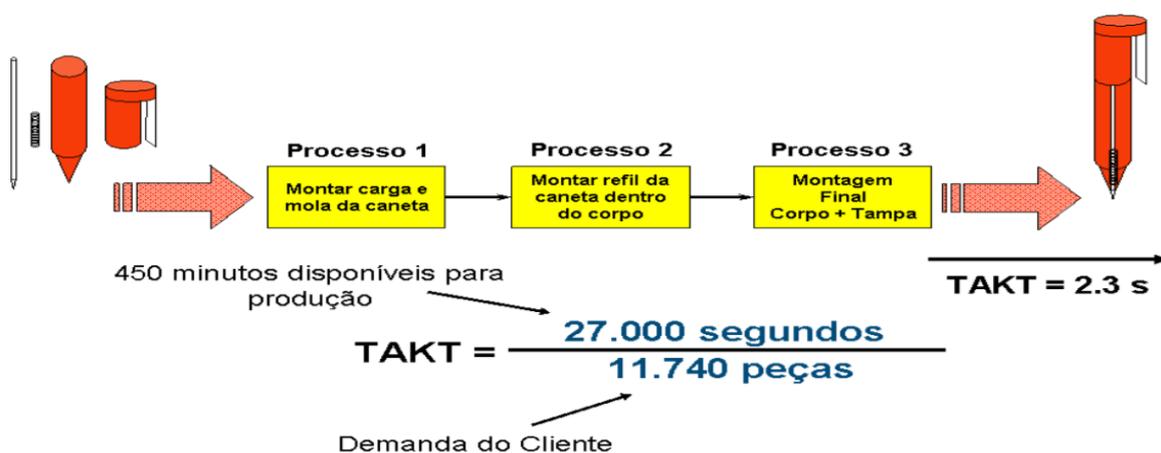
Segundo Hoque e Falk (2000), as variáveis relacionadas ao aumento da produtividade tendem a variar de acordo com as características da organização ou empresa a que estão sujeitas. Em setores que comercializam/produzem produtos de baixa diferenciação, por exemplo, a vantagem competitiva reside principalmente na

concorrência de custos. Já em mercados onde os produtos tendem a ser mais diferenciados, outras estratégias competitivas podem ser adotadas.

2.2.7 *Takt time*

O *takt time* (ritmo) é dado pela taxa de demanda dos clientes, e é considerado o pulso do sistema de manufatura enxuta. O *takt time* dita o ritmo no qual determinado produto deve ser produzido de modo a atender plenamente a demanda dos clientes, e seu cálculo consiste em dividir o tempo de produção pela quantidade do produto demandado, conforme Figura 6 (SETEC, 2006; BRITO, 2008).

Figura 6: Esquema de cálculo de *takt time*



Fonte: Setec (2006).

De acordo com Ferreira (2004), o *takt time* é uma ferramenta capaz de condicionar o ritmo de produção com base no ritmo de demanda dos clientes, sendo que, pela lógica aplicada a este princípio, a produção seria puxada pelo cliente – quando deixa de haver demanda, a produção para.

2.2.8 *Lead time*

Conforme Godoy (2017), *lead time* é o tempo de espera de um produto, sendo que este tempo é contado a partir do momento em que o pedido foi solicitado pelo cliente até o recebimento deste. A Figura 7 retrata as etapas do *lead time*.

Figura 7: Etapas lead time



Fonte: Godoy (2017).

Empresas e organizações buscam sempre a diminuição do *lead time*, garantindo a satisfação do cliente e maiores índices de produtividade. Para alcançar um *lead time* satisfatório, as empresas devem levar em conta o tempo entre a solicitação do produto até o pedido de recursos/matéria prima. Além disso, o tempo total para que seja feita a produção, bem como o tempo de transporte para o cliente final (GODOY, 2017).

2.2.9 Logística interna

A logística interna de uma empresa consiste em todas as atividades relacionadas ao recebimento, armazenagem, estoque, distribuição e movimentação de peças e insumos, abrangendo ainda o controle de estoque e as devoluções a fornecedores (COIMBRA, 2005).

Esta pode afetar drasticamente a produtividade e os custos de determinado processo de produção, tanto negativamente (se mal estruturada) quanto positivamente (quando é organizada e possui praticidade). De forma a agregar valor ao produto, a logística interna deve ser pensada de maneira a manter os estoques baixos o suficiente para garantir a demanda necessária, sendo que desta forma não são requeridos locais amplos de armazenamento (estoques muito altos podem inclusive estar condicionados à obsolescência e conseqüente perda de matéria prima). *Layouts* adequados que visem a otimização da produção, que deve ser feita no menor tempo possível e com a menor movimentação possível, garantia de que o produto final seja entregue conforme o tempo estipulado e com a melhor qualidade possível (COIMBRA, 2005).

De acordo com Marques et al. (2009), é importante que a logística interna disponha de sistemas de identificação, controle e rastreamento de matérias para que seja eficaz. Desta forma, com a fácil identificação e rastreabilidade de matéria prima,

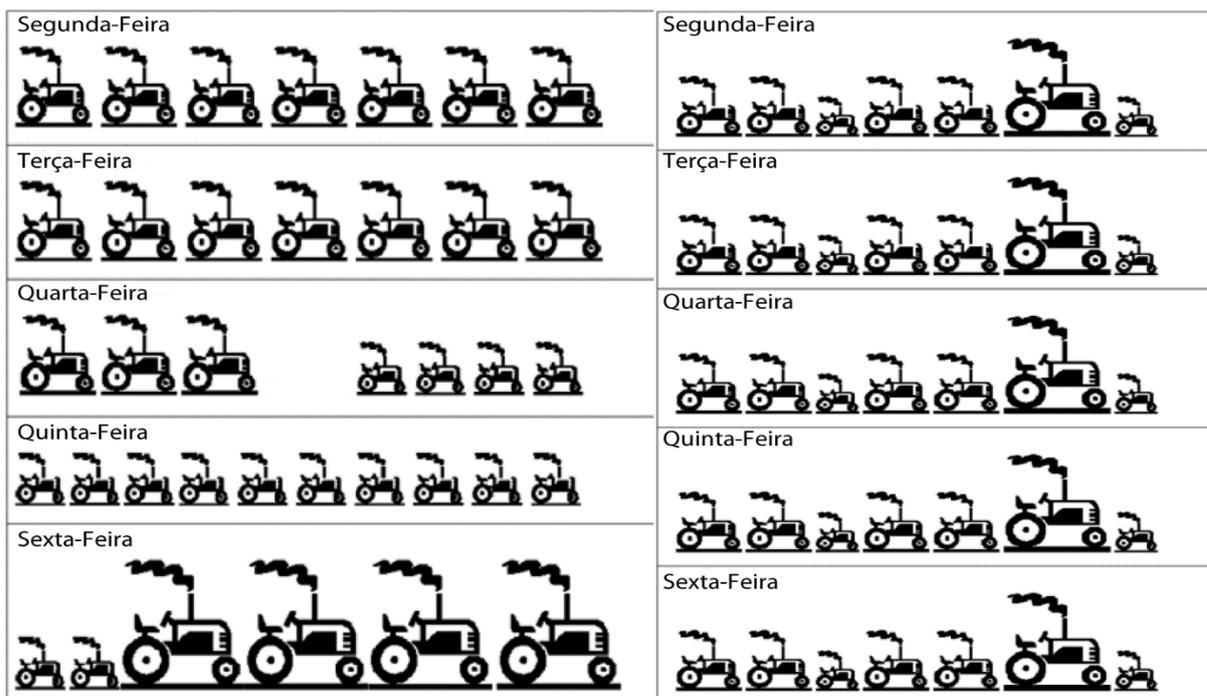
a resolução de eventuais problemas é facilitada. Para isso, é imprescindível que a produção seja organizada e metódica, facilitando o processo.

A reconfiguração de *layouts* do sistema produtivo pode, por si só, acarretar em benefícios para a produção, reduzindo movimentações desnecessárias e otimizando o tempo de produção. A distribuição física dos equipamentos e da matéria prima deve ser feita de modo a evitar perdas, agregando assim valor ao produto (CARDOSO et al., 2008).

2.2.10 Heijunka

Segundo Brito (2008), *heijunka* é um termo utilizado para descrever o nivelamento da produção, que ocorre através do sequenciamento dos pedidos. De acordo com Setec (2006, apud BRITO, 2008) o nivelamento da produção consiste em produzir somente o que o cliente demanda, equalizando o volume, tipos de produção e a sequência produtiva. Conforme o autor, *heijunka* refere-se à “equalização dos tipos e quantidades de produtos ou serviços dentro do processo, com base nos requisitos do cliente”, conforme exemplo expresso na Figura 8.

Figura 8: Exemplo de produção nivelada e não nivelada



(a) Produção Tradicional sem Nivelamento

(b) Modelo Misto de Produção Nivelada

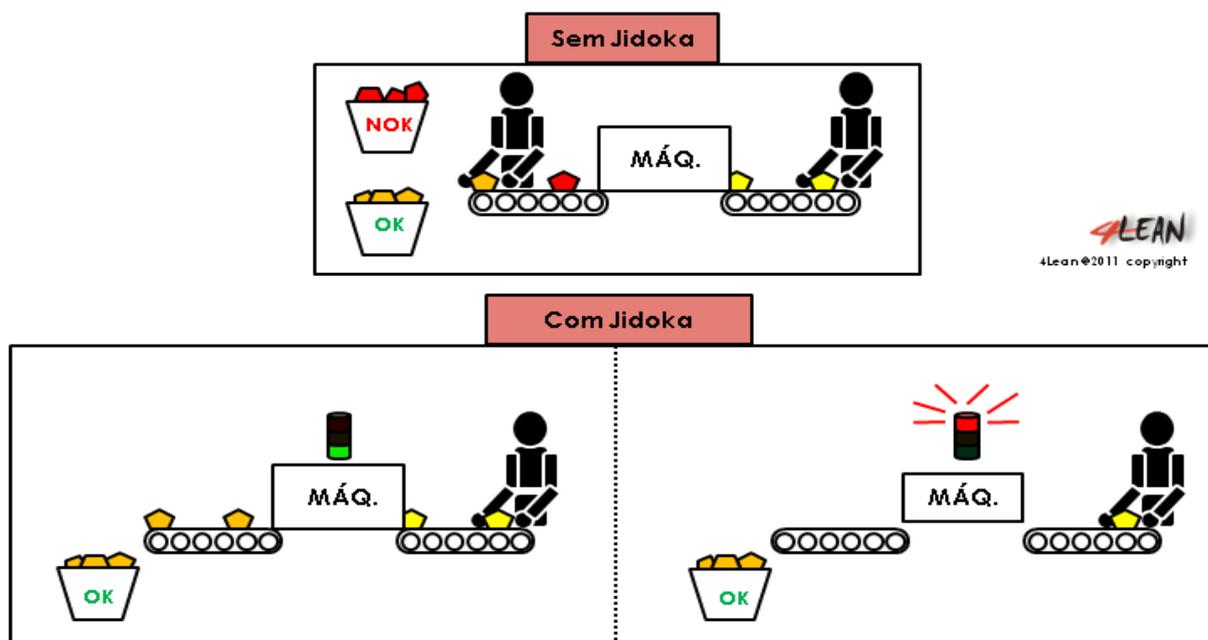
Fonte: Silveira (2013).

Assim como outras ferramentas do *lean*, a implementação do *heijunka* depende de diversos fatores e não é tão simples. É necessário que a empresa ou organização repense diversos quesitos, como: a forma com que irá adquirir produtos de seus fornecedores, como irá projetar ferramentas e máquinas, o planejamento de equipes e o desenvolvimento dos processos de trabalho. Entretanto, dentre as vantagens obtidas com a aplicação da ferramenta, é a diminuição de materiais em estoque, redução do tempo ocioso, redução de custos, etc. (BRITO, 2008).

2.2.11 Jidoka

Este conceito é usualmente conferido a Sakichi Toyoda, inventor e empresário japonês considerado o “pai da revolução industrial japonesa”, que criou a máquina de tear automática. Através desta invenção, Toyoda percebeu alguns defeitos em sua máquina: mesmo diante de um fio rompido, a ferramenta continuava em funcionamento (causando estragos no produto), sendo que tal defeito só era percebido ao final do processo, causando muitas perdas e desperdícios (BRITO, 2008). Este conceito pode ser melhor observado na Figura 9.

Figura 9: Sistema sem jidoka e com jidoka



Fonte: Lean tools (2018).

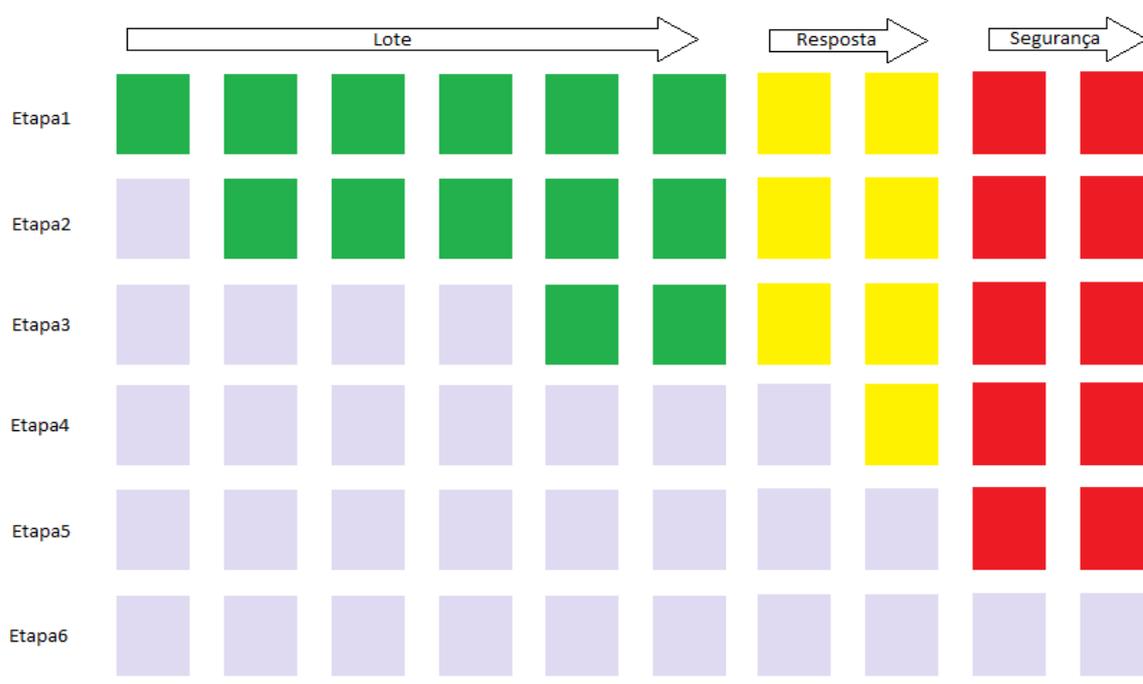
A partir desta constatação, Toyoda criou o conceito de *jidoka*, que nada mais é que dispositivos acoplados às máquinas que são capazes de perceber ou detectar

falhas, evitando a fabricação de produtos com defeito e conseqüentemente eliminando perdas. Conhecida também como automação, tal ferramenta auxilia ainda na eliminação da superprodução, fazendo com que a máquina pare automaticamente, além de tornar desnecessário um inspetor de qualidade (uma vez que o próprio operador pode desempenhar tal função) (BRITO, 2008).

2.2.12 Kanban

De acordo com Georgetti (2004), *kanban* é o nome dado ao sistema criado para puxar a produção. É um sistema visual de informações que possibilita o controle da produção, através da limitação da quantidade de estoque em processo, no qual usualmente são utilizados papeis ou cartões para sinalizar a movimentação dos itens/peças pela fábrica, conforme exemplo exposto na Figura 10.

Figura 10: Exemplo de quadro kanban



Fonte: Silveira (2013).

Segundo Pace (2003, apud BRITO, 2008), existem dois tipos de cartão *kanban*: de produção (onde devem constar as seguintes informações: centro de trabalho, código e descrição da peça, capacidade, localização no estoque e

materiais necessários) e de transporte/movimentação (além dos itens do *kanban* de produção, este cartão deve possuir a descrição do processo anterior e posterior).

De acordo com Brito (2008), existem certas regras que devem ser seguidas com o intuito de que as funções sejam atendidas, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Funções e regras de utilização do *kanban*

Funções do <i>kanban</i>	Regras para utilização
Fornecer informação sobre apanhar ou transportar	O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>kanban</i> no processo precedente.
Fornecer informação sobre a produção	O processo inicial produz itens na quantidade e seqüência indicadas pelo <i>kanban</i>
Impedir a superprodução e o transporte excessivo.	Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>kanban</i>
Servir como uma ordem de produção afixada às mercadorias.	Serve para afixar um <i>kanban</i> as mercadorias
Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que produz.	Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livres de defeitos.
Revelar problemas existentes e mantém o controle de estoques.	Reduzir o número de <i>kanbans</i> aumenta sua sensibilidade aos problemas.

Fonte: Brito (2008).

Ao seguir tais recomendações, assegura-se que as funções do *kanban* sejam atendidas em sua totalidade, permitindo a simplificação e a agilidade nas atividades que concernem à programação e controle da produção (BRITO, 2008).

2.2.13 *Just in time*

A ferramenta *just in time* (“no tempo certo”, em português) baseia-se basicamente no princípio de que o produto (ou recurso/matéria prima) não deve ser produzido, transportado ou comprado antes do tempo adequado para tal. O objetivo principal da aplicação desta ferramenta é reduzir estoques e diminuir custos (com compra de material desnecessário, áreas amplas para armazenar tais materiais, obsolescência destes produtos, etc) (HUTCHINS, 1999).

De acordo com Ferreira (2004) a origem do conceito *just in time* deu-se no Japão por volta dos anos 70, na empresa *Toyota Motor Company*, que estava em busca de uma ferramenta administrativa capaz de coordenar a produção à demanda específica de variados modelos de veículos, em um espaço curto de tempo.

Embora o princípio seja muito útil na economia de recursos, a implantação do sistema *just in time* não é simples, pois exige o envolvimento e entendimento de todas as partes (tanto fornecedores quanto cliente final) para que obtenha sucesso. Além disso, organizações que adotam este modelo devem possuir em seu quadro de funcionários profissionais multifuncionais, capazes de encontrar soluções rápidas para eventuais problemas (FERREIRA, 2004).

2.2.14 Andon

A ferramenta conhecida como *andon* usualmente deve ser implementada junto com o sistema 5s, uma vez que as filosofias produzem mais resultados quando aplicadas simultaneamente. Conhecida como “gerenciamento visual”, a técnica auxilia na visualização de possíveis problemas na produção, ou ainda no simples monitoramento do processo produtivo (LIKER; MEIER, 2007).

De acordo com Brito (2008), esta ferramenta é capaz de indicar anormalidades (problemas nas máquinas, erros e atrasos de operadores, falta de matéria prima) e o *status* da produção (quais máquinas estão operando e quais não estão), conforme exemplo exposto na Figura 11. Além disso, o *andon* pode ainda as ações necessárias para correção destes erros, como indicar a necessidade de trocas de ferramental, por exemplo.

Figura 11: Andon

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T R A N M I S S Ã O	E I X O S	M O T O R	P I N T U R A										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
C1	C2	C3	C4	C5	T1	T2	T3	T4	T5					T6	F1	F2	F3	F4	F5				
CHASSIS					TAPEÇARIA									FINAL									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Fonte: Silveira (2013).

No exemplo exposto na Figura 11, as etapas da linha de montagem em vermelho indica qual setor se encontra com problemas, facilitando a busca por soluções rápidas de modo a não atrasar ainda mais a produção (SILVEIRA, 2013).

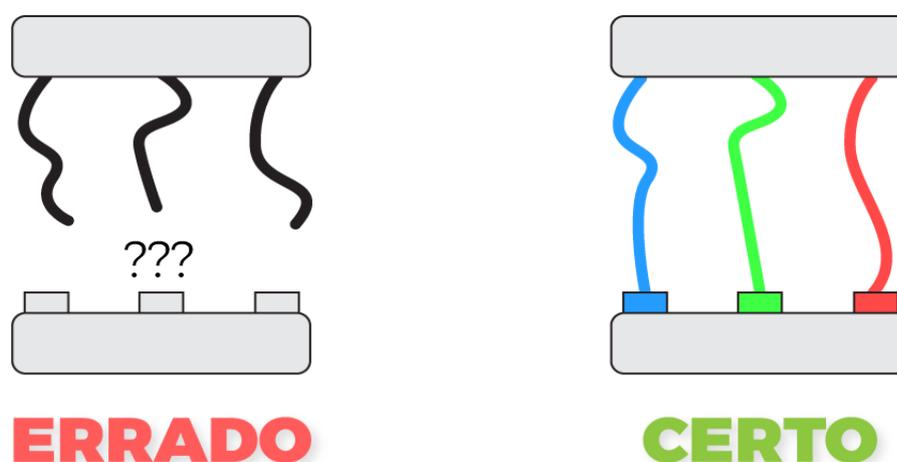
Para Brito (2008), o sistema *andon* pode ser dividido em duas classes: *display* visual (transmite informações, sem controlar a execução de máquinas ou de pessoas) e controle visual (além de comunicar informações importantes, transmite padrões, de modo a controlar as atividades executadas).

2.2.15 Poka yoke

De acordo com Shingo (1996, apud FERREIRA, 2004), *poka yoke* significa à prova de erros, e é um mecanismo capaz de detectar anomalias ou falhas em processos produtivos, impedindo sua execução em caso de detecção de anormalidades. É uma ferramenta capaz de antecipar potenciais erro e falhas, e é através destes dispositivos que o conceito de *jidoka* usualmente é posto em prática.

De acordo com Brito (2008) e Setec (2006), através dos *poka yoke* é possível evitar a escolha de uma peça errada, a montagem equívoca de determinada peça, a falta de um componente de montagem, etc. Um exemplo claro da aplicação de *poka yoke* pode ser observado na Figura 12, onde a aplicação de cores nos fios e seus devidos encaixes facilita a execução da ação de forma correta.

Figura 12: Exemplo de aplicação do poka yoke



Fonte: Nortegubisian (2018).

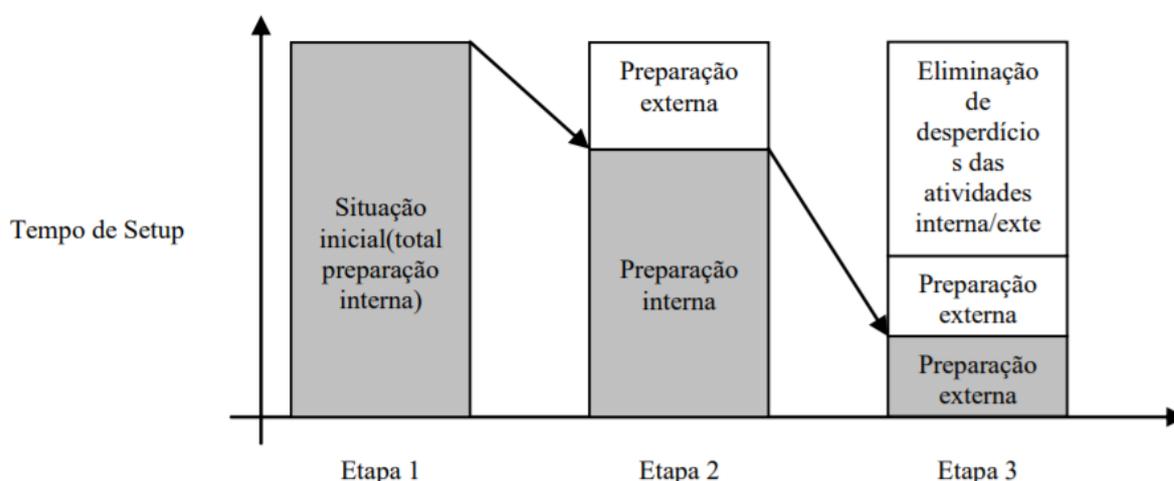
Dentre os princípios básicos do mecanismo, destacam-se: melhoria na qualidade do processo produtivo, eliminação de erros e falhas causadas por falta de atenção, valorização do trabalho em equipe, identificar o problema em sua causa inicial, etc (BRITO, 2008).

2.2.16 Troca de Ferramentas em um Único Dígito (SMED)

De acordo com Setec (2006), a ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Dies*, com tradução livre Troca de Ferramentas em um Único Dígito), consiste em avaliar as atividades que podem ser realizadas externa ou internamente em uma operação de troca de máquina. Em outras palavras, refere-se à verificação de quais operações podem ser realizadas com o maquinário em funcionamento (como por exemplo o transporte de ferramentas/peças) e quais exigem que esta esteja em completa paralisação (como a troca efetiva de ferramentas/peças ou limpeza).

O objetivo da SMED é, portanto, especificar tais operações com o intuito de reduzir cada vez mais o tempo de *setup* da máquina, garantindo maior produtividade e menores perdas. Conforme Setec (2006), é possível aplicar o sistema SMED através de três etapas: Etapa 1 – coleta de dados e estabelecimento de metas. Etapa 2 – separação das atividades internas das externas e conversão das internas em externas. Etapa 3 – otimização das atividades internas e externas. Estas etapas podem ser melhor visualizadas na Figura 13.

Figura 13: Etapas da ferramenta SMED



Fonte: Setec (2006).

Conforme Brito (2008), os benefícios que podem ser alcançados através da SMED são variados: redução do tempo de preparação da máquina, redução de erros de preparação, maior segurança aos operadores, mais flexibilidade de manufatura, clima organizacional melhorado, etc.

2.2.17 Manutenção Produtiva Total (TPM)

A sigla TPM refere-se à *total productive maintenance* (manutenção produtiva total) e é considerada uma metodologia de gestão, capaz de identificar perdas e desperdícios de um processo, aumentando a utilização do ativo industrial e, conseqüentemente, gerando custos mais baixos de produção e preços melhores. Dentre as estratégias existentes do método TPM, destacam-se (SILVEIRA, 2016, não paginado):

- Tornar possível a construção de uma organização incorporada com o objetivo de maximizar a eficácia dos sistemas de produção.
- Fazer a organização focar na prevenção de todos os tipos de perdas de forma a assegurar zero falhas, zero acidentes e zero defeitos garantindo a vida do sistema de produção através da utilização de metodologias no chão de fábrica.
- Na implantação do TPM, garantir o envolvimento de todos os departamentos da organização, incluindo vendas e administração.
- Garantir o envolvimento de todos, desde os funcionários de chão-de-fábrica até a alta gerência na execução do TPM;
- Condução das atividades com foco na perda zero de atividades de pequenos grupos.

Dentre as vantagens advindas da implantação da TPM, destaca-se o aumento da produtividade, quedas de paradas repentinas e defeitos de processos, diminuição dos custos de produção, maior organização do ambiente, aumento na participação dos funcionários. De acordo com Silveira (2016), existem 8 pilares para a TPM, cujos objetivos podem ser verificados no Quadro 2.

De acordo com Brito (2008), a TPM é capaz de abranger todos os setores da empresa, sendo que quanto mais participativos forem os funcionários e quanto melhor a utilização das máquinas e ferramentas disponíveis, maior será a qualidade do produto final.

Quadro 2: Pilares e objetivos da manutenção produtiva total

Pilar	Objetivos
Manutenção Autônoma	Capacitação da mão de obra. Objetiva treinar e capacitar os operadores para que os mesmos se envolvam nas rotinas de manutenção e nas atividades de melhorias que previnem a deterioração dos equipamentos
Manutenção Planejada	Foca no Quebra zero e no aumento da eficiência e eficácia do equipamento. Atua sob três formas: planejamento das manutenções preditivas, preventivas e paradas. Enquanto que as duas primeiras objetivam eliminar paradas, a terceira, quando é necessária deve ser muito bem planejada a fim de proporcionar uma parada assertiva que siga o cronograma e os custos planejados. Por isso é cada vez mais comum as empresas utilizarem ferramentas de gestão de projetos aplicadas nas paradas.
Manutenção da Qualidade	Zero Defeito, através do controle de equipamentos, materiais, ações das pessoas e métodos utilizados. Hoje em dia podemos citar algumas ferramentas que auxiliam neste processo como sistemas automáticos de inspeção e controle da qualidade (sensores de visão, Micrômetro Laser e softwares online de controle estatístico de processo).
Melhorias Específicas	Objetiva reduzir o número de quebras e aumentar a eficiência global do equipamento através do envolvimento de times multidisciplinares compostos por engenheiros de processo, operadores e manutentores. Com um time de pessoas com conhecimento diversificado, a chance de melhorias eficazes serem implantadas é muito maior.
Controle Inicial	Reduzir o tempo de introdução do produto e processo. Se baseia na análise detalhada dos produtos e equipamentos antes mesmo de serem fabricados ou instalados. O objetivo é focar a energia em criar produtos fáceis de fazer e equipamentos fáceis de utilizar.
Treinamento e Educação	Elevar o nível e capacitação da mão de obra. Mão de obra escassa e sem conhecimento é um dos grandes problemas industriais atualmente. Como estamos em uma época direcionada à indústria 4.0 em que a tecnologia muda constantemente, o problema se agrava mais ainda e o treinamento torna-se parte fundamental do sucesso das empresas. A Educação e treinamento devem ser sistemáticos na companhia.
Segurança, Higiene e Meio Ambiente	Zero Acidente. Assegurar a segurança e prevenir impactos ambientais adversos, além de serem fundamentais atualmente, motiva os funcionários e faz com que a empresa conquiste mais clientes.
Áreas Administrativas	Reduzir as perdas administrativas e criar escritórios de alta eficiência. Como o departamento administrativo fornece recursos às atividades de produção, a qualidade e a precisão das informações supridas por estes departamentos devem ser asseguradas.

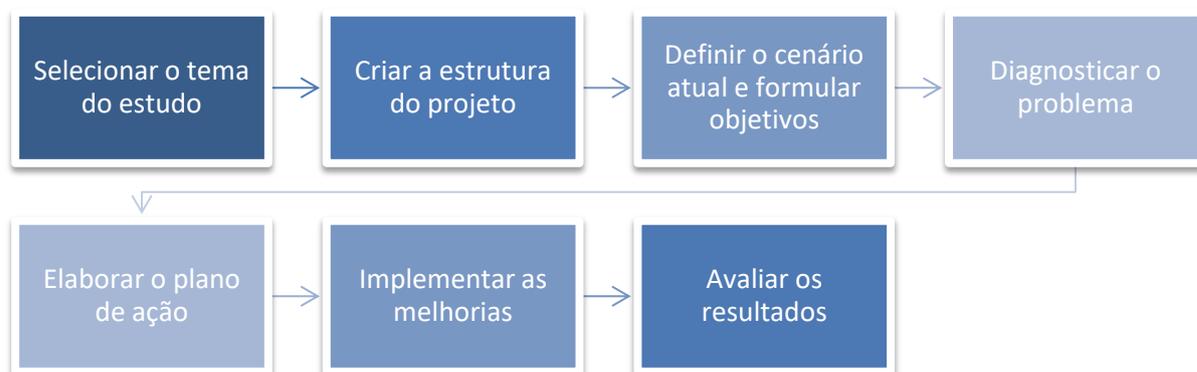
Fonte: Silveira (2016).

2.2.18 Kaizen

O evento *kaizen* é uma ferramenta que está inserida dentro da metodologia *lean* e consiste na realização de uma atividade com a participação de todos os colaboradores e funcionários, tendo por objetivo a identificação de oportunidades de melhorias dentro do processo produtivo, e dos desperdícios e perdas que possam

estar ocorrendo (MANDUJANO, 2001). De acordo com Mandujano (2001), os passos a serem seguidos para o desenvolvimento do evento são:

Figura 14: Passos para implantação do evento *kaizen*



Fonte: Adaptado de Mandujano, 2001.

Ainda segundo a autora, este tipo de evento permite o desenvolvimento de um compromisso dos funcionários com as metas da empresa, o que pode ser aumentado com incentivos individuais àqueles que colaborarem com o processo de melhoria contínua, o que incentiva também o trabalho em equipe.

O ideal é que o evento *kaizen* ocorra de forma contínua, de modo a garantir a melhoria constante do processo. Com esta ferramenta, a identificação de problemas é rápida e eficaz, tornando a resolução deles mais fácil. O evento *kaizen* pode ser aplicado como uma possível solução para cada um dos sete tipos de desperdício. Dentre as vantagens que o evento pode trazer para a organização, Vargas (2018) e Mandujano (2001) citam:

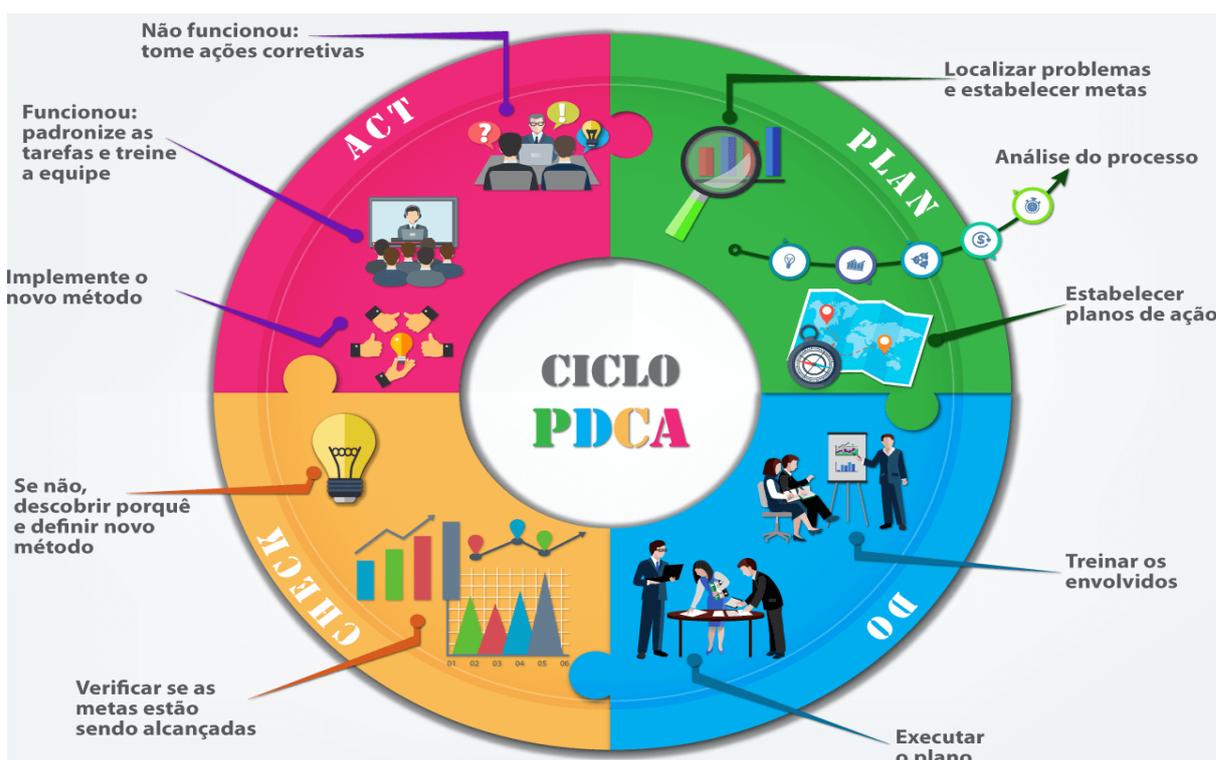
- Eliminação das atividades que não gerem valor;
- Estabelecimento de um fluxo mais contínuo na produção;
- Simplificação do processo;
- Otimização na qualidade do processo;
- Redução do tempo necessário para a produção;
- Aumento da produtividade;
- Redução do espaço utilizado;
- Redução do inventário;
- Melhora no manejo e controle da produção;

- Melhora do clima organizacional;
- Redução dos custos de produção.

2.2.19 PDCA

Outra ferramenta de qualidade utilizada no controle de processos na metodologia *lean* é o PDCA (Figura 15). A sigla refere-se a quatro ações: Planejar (*Plan*), ou seja, selecionar determinado processo ou atividade e verificar que melhorias poderiam ser aplicadas para otimizá-lo. Fazer (*Do*), que envolve a implementação das melhorias verificadas. Verificar (*Check*), que abrange a verificação dos resultados obtidos com a execução do planejamento e, caso seja necessário, a reformulação deste. Agir (*Act*), em caso de sucesso, as melhorias aplicadas tornam-se padrão no processo produtivo (BRITO, 2008).

Figura 15: Os 4 ciclos do PDCA



Fonte: Venki, 2015.

Esta ferramenta é amplamente utilizada no mundo do trabalho, tanto que a própria norma ISO 9001:2015 recomenda sua aplicação no Sistema de Gestão de Qualidade, recomendando sua utilização em todos os processos das empresas, de modo a buscar o melhoramento contínuo destes. Por ser de fácil aplicação e não

demandar a pausa do processo produtivo (como é o caso do evento *kaizen*), sua implantação é facilitada (BRITO, 2008).

Como já citado anteriormente, o primeiro passo do PDCA é o planejamento. Ou seja, para que seja possível melhorar determinado processo, é imprescindível entender quais os problemas ou dificuldades que estão ocorrendo, para então buscar soluções. É a fase mais complexa, uma vez que o alcance ou não das metas propostas depende de um bom planejamento. É possível utilizar algumas das ferramentas já estudadas do *lean*, para facilitar esta fase do PDCA, como por exemplo: 5s, *poka yoke*, VSM, oito perdas e TOC (BRITO, 2008).

Já a fase do “fazer” ocorre após a identificação dos problemas, onde coloca-se em prática o plano de ação elaborado no item anterior e pode ser auxiliada com outras ferramentas do *lean*, como a SMED, *kanban*, *kaizen*, *just in time* e *jidoka*. É imprescindível que todos os envolvidos estejam preparados e instruídos para executar o planejamento previsto, caso contrário, as chances de sucesso não serão altas (BRITO, 2008).

A próxima fase (checagem) ocorre de forma concomitante à anterior, uma vez que quanto antes verifica-se os resultados obtidos, possíveis erros podem ser corrigidos de maneira mais rápida e eficaz. Podem ser utilizadas as ferramentas VSM e *andon* para dar suporte a esta fase (BRITO, 2008).

Por fim, na última fase (agir), caso todas as metas propostas tenham sido alcançadas, implementa-se o plano e torna-o padrão. Nesta fase também deve-se agir no que concerne aos pontos negativos que necessitam de melhoramento, verificando de que forma é possível corrigi-los. Pode-se utilizar ferramentas como 5s, KPIs e VSM (BRITO, 2008).

3 METODOLOGIA

A metodologia de investigação aplicada a este projeto, foi estudo de caso que, através de análises e discussões das informações adquiridas durante a revisão bibliográfica e busca por dados, permite auxiliar na tomada de decisão. Conforme Gil (2002), os estudos de caso consistem em pesquisar objetos ou conceitos de maneira específica, com maior detalhamento. Através do estudo de caso, propôs-se ainda uma melhoria ao processo atual.

Este estudo procurou, portanto, coletar dados para auxiliar na identificação e contextualização do problema, e, através dos problemas encontrados, definir uma proposta de melhoria no processo de abastecimento da linha de montagem de determinado conjunto soldado.

A abordagem da pesquisa foi qualitativa, e quanto aos objetivos, se classifica como descritiva, uma vez que possui o intuito de aprimorar ideias (GIL, 2002).

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A indústria metalúrgica onde foi realizado o presente trabalho conta com um quadro de funcionários de aproximadamente 220 pessoas, tendo sido fundada no ano de 2000. As linhas de montagem permitem a fabricação de conjuntos de máquinas agrícolas, que posteriormente são enviados à matriz, onde ocorre a finalização e venda do produto final.

A área de estudo é constituída por dois armazéns com um total de 290,64 m², contém uma empilhadeira elétrica e 78 carrinhos *kit* de abastecimento. Para fazer o abastecimento dos carinhos, o setor conta com quatro funcionários que fazem a separação e abastecimento dos carrinhos onde posteriormente são encaminhados para o setor de montagem do processo de solda.

3.2 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Em um primeiro momento ocorreu o diagnóstico do problema. O objetivo do presente estudo é tecer propostas com base nas ferramentas do sistema *lean manufacturing*, propondo melhorias para implementação em parte de um processo produtivo na indústria metalúrgica, observando perdas apontadas no direcionamento

de peças para montagem de conjuntos soldados, que atualmente demanda bastante tempo em atividades que não agregam valor ao produto final.

Através da metodologia *lean*, foram estudados diversos conceitos, ferramentas e métodos capazes de auxiliar na solução do problema identificado, VSM, fluxo contínuo e PDCA, etc. Concomitantemente à pesquisa bibliográfica, foi realizada a coleta de dados na empresa, observando o processo estudado e traçando planos para aperfeiçoá-lo.

Foram realizadas observações no local de trabalho e pesquisas com os atuais colaboradores. Foram ainda realizados registros fotográficos da linha de produção, dos maquinários, do espaço físico interno e das formas de estocagem, de modo a facilitar a elaboração dos resultados propostos (de modo a manter o anonimato da indústria, as fotografias não serão expostas no presente estudo).

Para a realização do presente estudo, foi selecionado um conjunto soldado (dentre os muitos produzidos pela empresa) que exige a junção de sete peças para sua montagem. A escolha foi feita através de uma matriz de priorização. Verificou-se a localização destas peças nos armazéns de estocagem (cada item contém um endereço que leva a sua localização nas prateleiras, de modo a ser facilmente encontrado em meio aos demais), cronometrando o tempo necessário para selecionar os materiais e conferi-los. Além disso, caracterizando a elaboração da cronoanálise, verificou-se quais atividades relacionadas a este processo agregam valor ao produto final e quais não agregam.

Posteriormente à coleta de dados, foram estudadas propostas para otimizar o processo em questão, uma vez que a eficiência observada no processo foi baixa e o mesmo possui potencial de melhoramento. Verificou-se que o método VSM seria o mais adequado para aplicação, uma vez que permite visualizar o processo como um todo e seus gargalos. Embora em sua maioria os mapas de fluxo de valor sejam feitos abrangendo desde o fornecedor de matéria prima até o cliente final, neste estudo de caso optou-se por definir uma abrangência mais restrita ao VSM, de modo a facilitar seu desenvolvimento e focar em um processo mais específico, focando na técnica da cronoanálise.

Para tanto, a definição da abrangência foi feita da seguinte forma: inicia-se no próprio armazém de peças, com o operador verificando a ordem de pagamento (OP), e designando um carrinho para realizar a separação dos itens. Abrange ainda o deslocamento do operador dentro do armazém de modo a selecionar toda a matéria prima constante na OP, bem como as conferências e inspeções necessárias, sendo finalizada quando todos os itens foram selecionados e após a verificação final da OP.

Elaborou-se então, com base nos conceitos aprendidos no *lean*, um quadro evidenciando o cenário atual do processo, com especificação da cronoanálise realizada (Quadro 4). Além disso, foi criado um esboço do *layout* dos armazéns, com identificação da localização dos itens correspondentes (Figura 16). Após, foram sugeridas mudanças no *layout* em questão, com reorganização dos itens de modo a facilitar sua seleção (Figura 19). Mais uma vez, elaborou-se a cronoanálise simulada do processo proposto (Quadro 5), e o novo cálculo de eficiência do processo, verificando se as mudanças sugeridas trariam ou não benefícios.

3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para a análise do tempo necessário para o deslocamento das peças para confecção do produto, foi utilizado um cronômetro vinculado ao aparelho de celular do próprio autor da pesquisa.

Para a medição das distâncias de deslocamento das peças e mensuração da área do local da pesquisa, foi utilizada uma trena e plantas do local. Para a elaboração das plantas que integram os *layouts*, foi utilizado o *software* AutoCAD®.

Além disso, foram utilizados materiais de pesquisa bibliográfica, como artigos de periódicos, teses e livros acerca do assunto estudado. Este material foi utilizado na descrição do referencial teórico do presente trabalho.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 CENÁRIO ATUAL

Foram verificados algumas situações que concernem aos conjuntos de peças que possuem demandas mensais consideravelmente altas, de modo a verificar qual deles necessita de atenção mais urgente. Para isso, fez-se uso da matriz de priorização GUT (gravidade, urgência e tendência, na qual confere-se um valor de 1 a 5 para cada um dos itens, multiplicando-os ao fim do processo e definindo as prioridades em ordem decrescente) (MAXIMIANO, 2012), conforme Quadro 3.

Quadro 3: Matriz de priorização

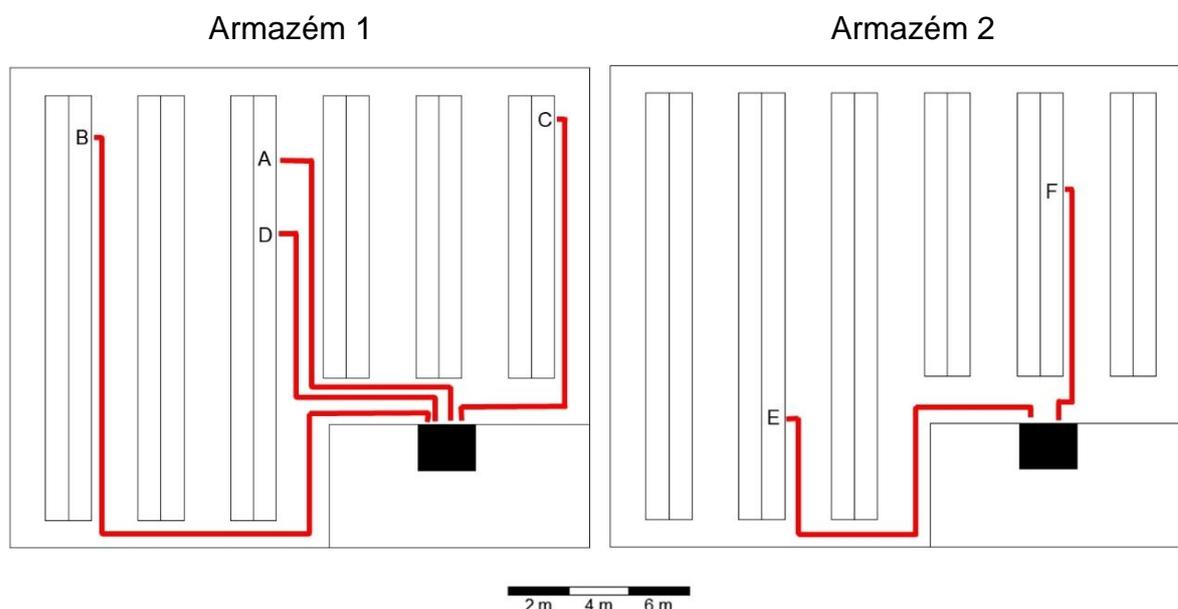
Conjunto	G	U	T	GxUxT	Prioridade
A	3	2	3	18	3°
B	2	2	1	4	5°
C	2	3	2	12	4°
D	4	4	3	48	1°
E	3	3	3	27	2°

Fonte: O autor, 2018.

Para a elaboração da matriz, foram estudados 5 conjuntos de peças quanto aos problemas e dificuldades que estes apresentam (*lead time*, demanda, estoque, dificuldade de deslocamento, gargalos, etc.). Verificou-se, deste modo, que o conjunto D é o que possui maior prioridade, sendo, portanto, escolhido para o desenvolvimento deste trabalho.

O *kit* em questão conta com sete peças para sua montagem, sendo que quatro estão distribuídas no armazém 1 e as demais no armazém 2.

A visualização do atual *layout* dos armazéns, com localização dos itens do conjunto, pode ser melhor observada na Figura 16.

Figura 16: *Layout* do processo atual

Fonte: O autor, 2018.

É possível observar que a distância total percorrida pelos operadores e empilhadeira é de 124 metros (este valor foi obtido através de medições *in loco* com fita métrica, feitas em triplicata).

O Quadro 4 apresenta as atividades atualmente realizadas para seleção das peças constantes no *kit*, bem como seus devidos tempos para realização.

Quadro 4: Cronoanálise do processo atual

Atividade	Tempo total (s)	Tempo que agrega valor (s)	Tempo que não agrega valor (s)
Pegar carrinho	75	0	75
Verificar OP para iniciar	12	0	12
Buscar peça A	59	7	52
Largar peça no kit	4	4	0
Buscar peça B	77	6	71
Largar peça no kit	4	4	0
Conferir OP	16	0	16
Buscar peça C	63	9	54
Largar peça no kit	4	4	0
Buscar peça D	39	5	34
Largar peça no kit	4	4	0
Conferir OP	13	0	13
Aguardar empilhadeira para levar estrado até o Armazém 2	378	0	378
			Continua...

Levar OP para dar baixa no Armazém 2	61	0	61
Levar o estrado para a rampa	152	0	152
Verificar peças faltantes na OP	12	0	12
Buscar peça E	42	8	34
Largar peça no kit	4	4	0
Conferir OP	15	0	15
Buscar peça F	38	5	33
Largar peça no kit	4	4	0
Conferir e finalizar OP	22	0	22
Total	1098	64	1034

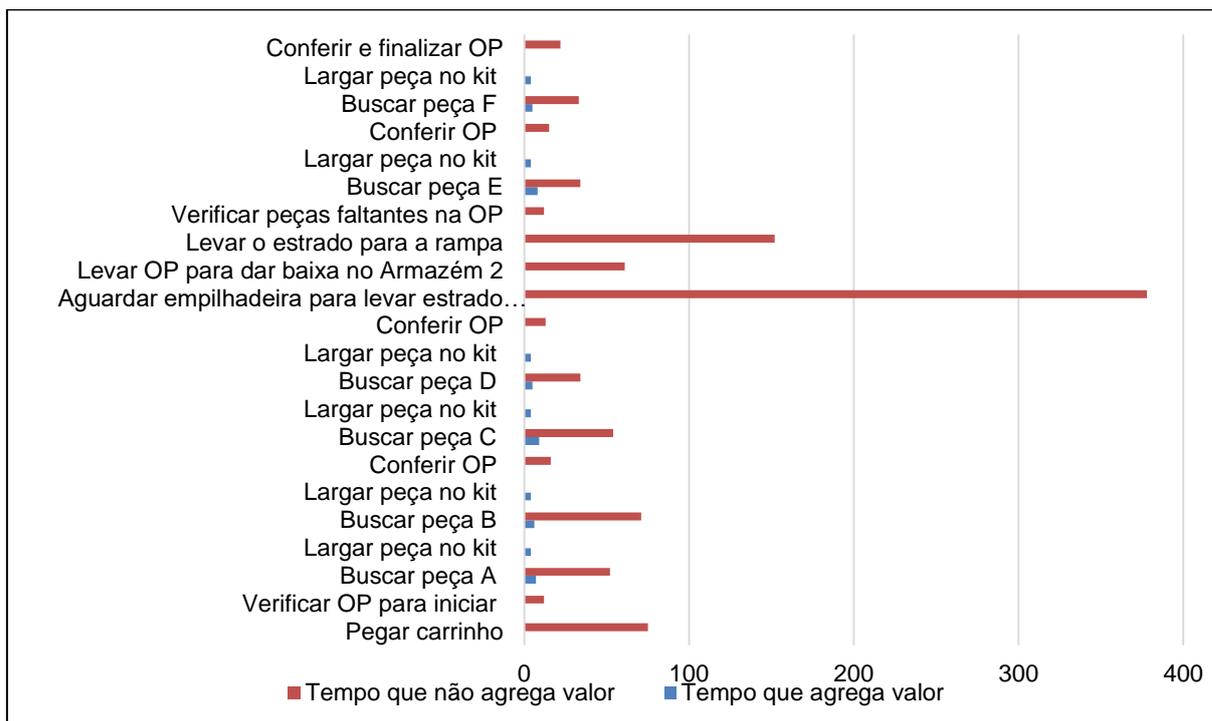
Fonte: O autor, 2018.

Como é possível observar, os tempos de deslocamento para retirar cada peça necessária ao *kit* são muito longos, gerando uma eficiência baixa no processo, uma vez que o período de deslocamento não agrega valor. O tempo total para seleção de todos os itens localizados nos dois armazéns totaliza 1098 segundos. Destes, apenas 64 segundos agregam valor ao produto final, enquanto 1034 segundos não agregam.

Para a obtenção dos dados constantes neste quadro, foi realizada uma cronoanálise do processo de separação das peças. Para o estabelecimento dos tempos de deslocamento do operador, foi realizada, em triplicata, a cronometragem de cada atividade através de cronômetro acoplado ao celular do autor da pesquisa.

A Figura 17 expressa graficamente o comportamento de cada atividade e o valor agregado em cada uma. Nota-se que a atividade que envolve a empilhadeira para deslocamento até o armazém 2 apresenta o maior tempo de todos, sendo que esta atividade não é responsável por agregar nenhum valor ao produto final.

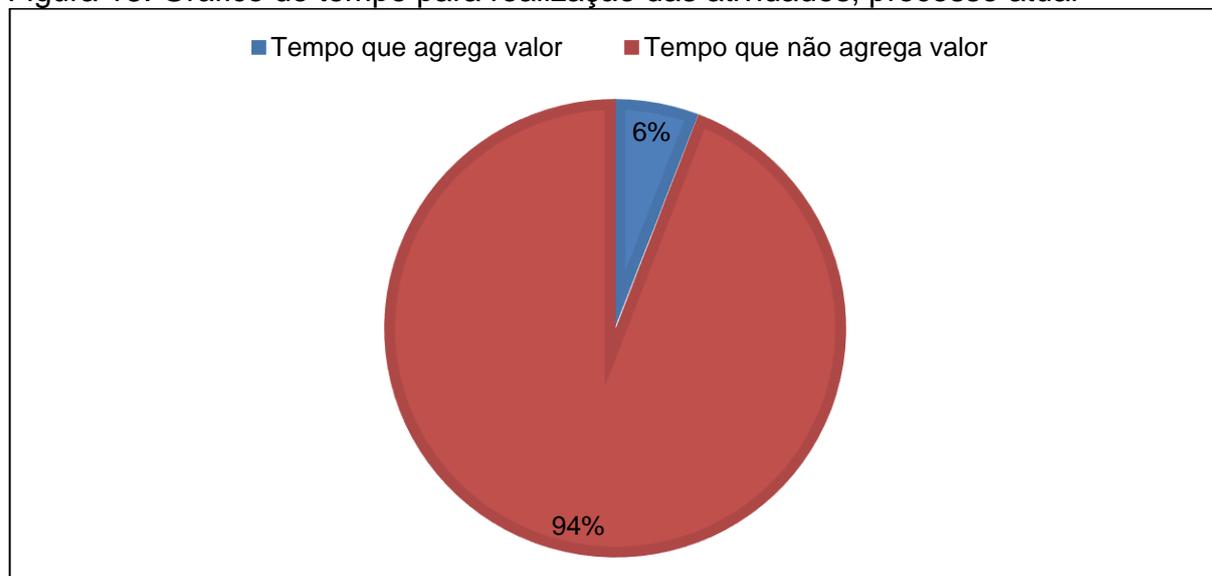
Figura 17: Gráfico da cronoanálise



Fonte: O autor, 2018.

Na Figura 18, por sua vez, é possível observar graficamente o tempo que agrega valor ao produto e aquele que não agrega em sua totalidade, no processo atual. Verifica-se que menos de 6% do tempo total de seleção das peças agrega valor no processo atual, sendo que 94% do tempo necessário para efetuar as atividades não agregam valor ao produto final.

Figura 18: Gráfico do tempo para realização das atividades, processo atual



Fonte: O autor, 2018.

Sabe-se que a eficiência do processo pode ser calculada, conforme Martins e Laugeni (2006) e Anbari (1996). Para estes autores, a eficiência de determinado processo é o resultado da divisão entre as atividades que agregam valor pelas atividades que não agregam valor, conforme Equação 1.

$$\text{Eficiência} = \text{Atividade que agrega valor} / \text{Atividade que não agrega valor} \quad (1)$$

$$\text{Eficiência} = 64/1034$$

$$\text{Eficiência} = 6,19\%$$

A Equação 1 foi elaborada através dos dados encontrados no Quadro 4, sendo que a soma do tempo de todas as atividades que agregam valor resulta em 64 segundos e das atividades que não agregam valor resulta em 1034 segundos. Para transformação em números percentuais, efetuou-se a multiplicação do resultado por 100.

A eficiência do processo atual, como é possível observar, é extremamente baixa, sendo atualmente de 6,19%. Este valor deve-se principalmente ao deslocamento intenso que deve ser realizado entre uma peça e outra, que estão distribuídas de forma irregular ao longo dos armazéns. Além disso, a existência de dois armazéns com peças também contribui para a baixa eficiência, uma vez que existe a necessidade de empilhadeira e operador para transportar o *kit* entre um armazém e outro.

4.2 CENÁRIO FUTURO

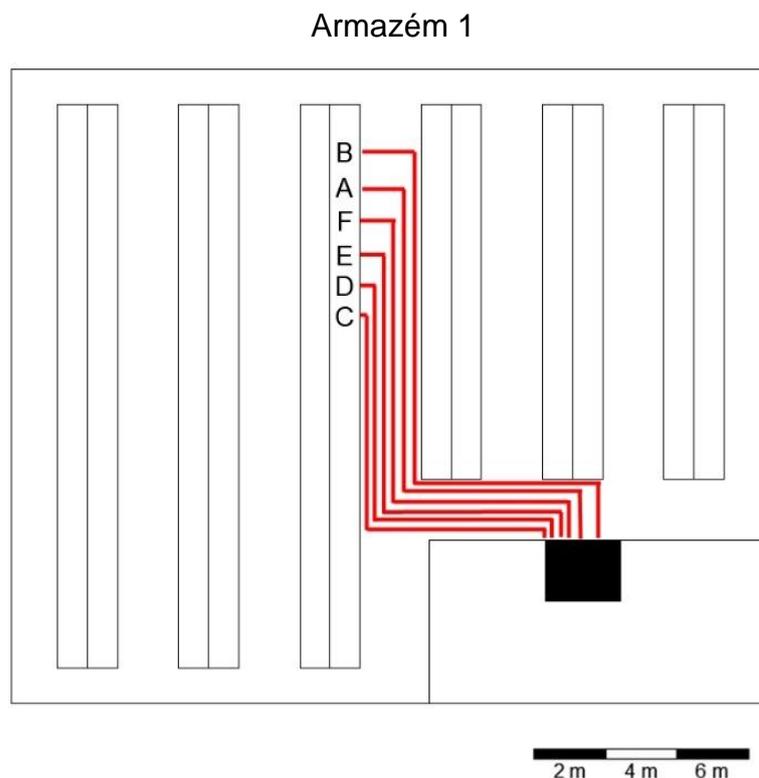
No que se refere à operacionalização do setor produtivo, no que concerne ao planejamento, controle e organização das peças e produtos, verificou-se que a empresa não apresenta uma disposição favorável destes ao longo dos armazéns de estocagem de matéria prima. O *layout* da indústria não está alinhado aos princípios básicos da manufatura enxuta, o que causa aumento do *lead time*, deslocamentos desnecessários e desperdícios. Com base na literatura consultada referente ao sistema *lean*, é possível atacar os pontos negativos e buscar melhorias capazes de otimizar os recursos, gerando redução nos custos de produção.

Verificou-se que a distribuição das prateleiras contendo as peças necessárias para montagem do produto estavam dispostas de maneira ineficaz, uma vez que o

deslocamento realizado para montagem era muito maior que o necessário, o que gera um desperdício de tempo (conforme foi apresentado na Figura 16).

A Figura 19 mostra uma reorganização do *layout* atual.

Figura 19: *Layout* do processo futuro



Fonte: O autor, 2018.

Neste cenário, a distância percorrida pelos operadores diminuiria de 124 metros para 68 metros (distância esta medida em triplicata com fita métrica em simulação realizada conforme *layout* expresso na Figura 19).

Como é possível observar, optou-se por propor a agregação das sete peças no mesmo armazém e na mesma prateleira, lado a lado. Desta forma, não só se torna desnecessária a empilhadeira (que era a atividade com maior tempo desperdiçado sem agregação de valor), mas será possível obter redução no tempo para selecionar todas as peças. O cenário proposto pode ser observado no Quadro 5.

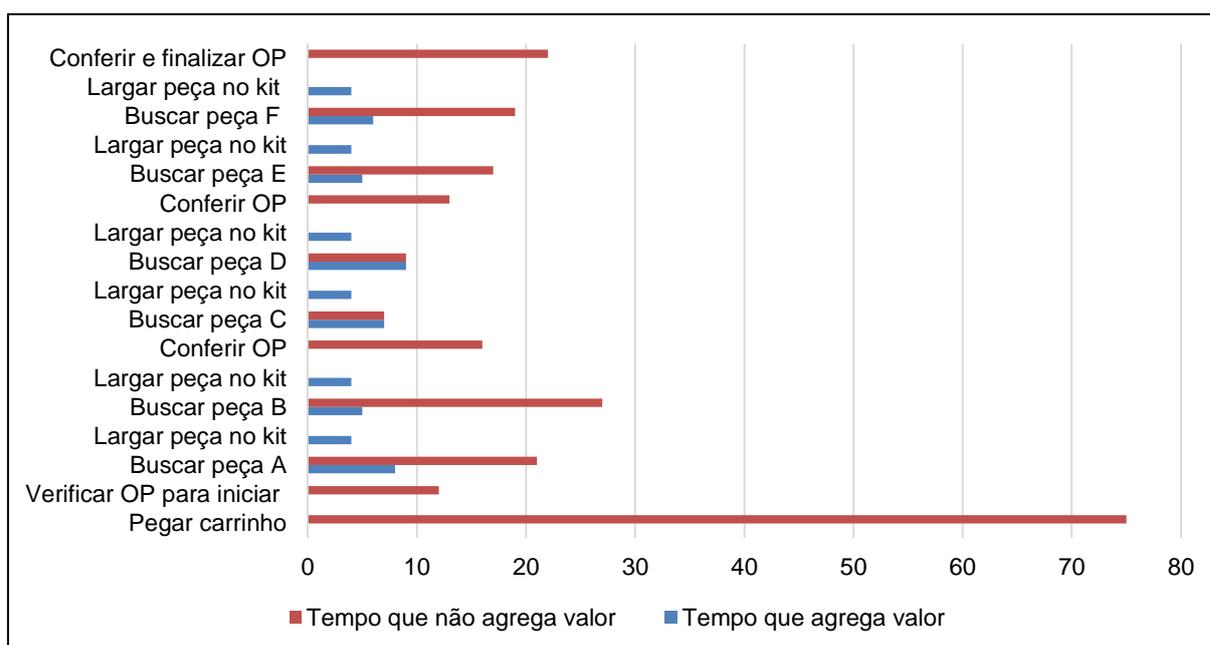
Quadro 5: Cronoanálise do processo futuro

Atividade	Tempo total (s)	Tempo que agrega valor (s)	Tempo que não agrega valor (s)
Pegar carrinho	75	0	75
Verificar OP para iniciar	12	0	12
Buscar peça A	29	8	21
Largar peça no kit	4	4	0
Buscar peça B	32	5	27
Largar peça no kit	4	4	0
Conferir OP	16	0	16
Buscar peça C	14	7	7
Largar peça no kit	4	4	0
Buscar peça D	18	9	9
Largar peça no kit	4	4	0
Conferir OP	13	0	13
Buscar peça E	22	5	17
Largar peça no kit	4	4	0
Buscar peça F	25	6	19
Largar peça no kit	4	4	0
Conferir e finalizar OP	22	0	22
Total	302	64	238

Fonte: O autor, 2018.

A Figura 20 retrata as informações contidas no Quadro 5.

Figura 20: Gráfico da cronoanálise do processo futuro



Fonte: O autor, 2018.

Percebe-se que o tempo total que agrega valor continua sendo de 64 segundos. Entretanto, o tempo que não agrega valor seria reduzido para 238 segundos neste cenário. Para obtenção destes dados, foram realizadas simulações com os respectivos itens reorganizados conforme Figura 19, em triplicata.

Já a Figura 21 retrata graficamente a porcentagem do tempo das atividades que agregam e que não agregam valor ao produto final.

Figura 21: Gráfico do tempo para realização das atividades, processo proposto



Fonte: O autor, 2018.

Nota-se que aumentou-se consideravelmente a porcentagem de tempo que agrega valor ao produto, que chegou a 21% no cenário proposto.

Além disso, foi realizado o cálculo da nova eficiência do processo, levando em conta estes dados. O cálculo está exposto na Equação 2, conforme Martins e Laugeni (2006) e Anbari (1996).

$$\text{Eficiência} = \text{Atividade que agrega valor} / \text{Atividade que não agrega valor} \quad (2)$$

$$\text{Eficiência} = 64/238$$

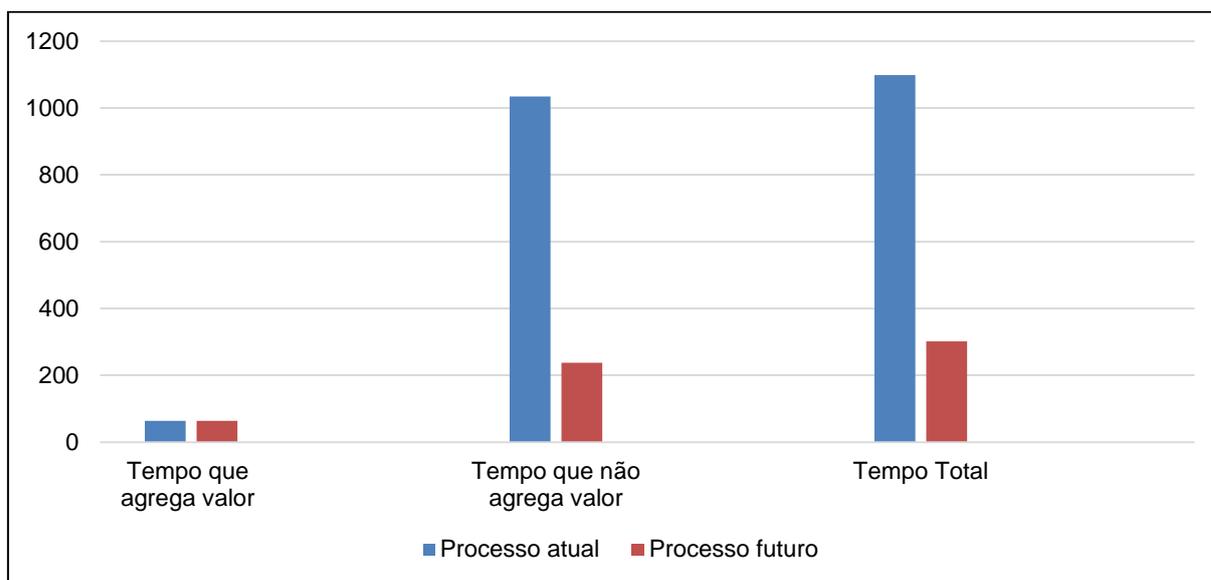
$$\text{Eficiência} = 26,89\%$$

A Equação 2 usou como base os dados contidos no Quadro 5, onde 64 representa o tempo que agrega valor e 238 o tempo que não agrega. Por fim, o resultado foi multiplicado por 100 de modo a obter-se seu valor percentual.

4.3 COMPARAÇÃO DOS CENÁRIOS

O mapeamento e cronoanálise permitiu observar os gargalos constantes no processo, portanto, o cenário proposto visou diminuir estes gargalos, reduzindo o tempo total e o tempo das atividades que não agregam valor ao produto. A comparação entre estes tempos para os diferentes cenários pode ser observada conforme Figura 22.

Figura 22: Comparação entre os cenários



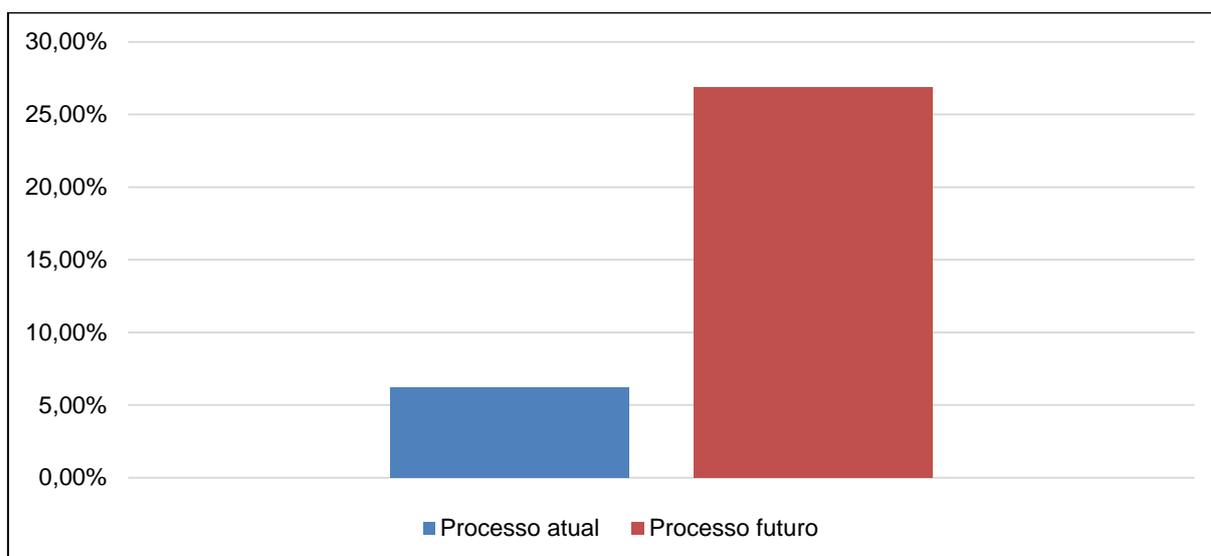
Fonte: O autor, 2018.

Conforme os dados expostos nos itens anteriores sugerem, a reorganização do *layout* atual (Figura 16) com base nas propostas sugeridas (Figura 19) traria benefícios ao atual processo, aumentando sua eficiência de 6,19 para 26,89%, conforme Figura 22.

Além da otimização do tempo, a empilhadeira que antes era utilizada não se faz necessária no processo proposto, economizando combustível e o próprio uso do maquinário e seu operador.

A eliminação dos desperdícios (atividades que não agregam valor) é uma das bases de sustentação dos princípios do *lean*, sendo que a reorganização de *layouts* é uma atividade que pode diminuir movimentação e deslocamento desnecessários, gerando maior produtividade e economia de tempo, reduzindo ainda o *lead time*.

Figura 23: Eficiência para os diferentes cenários



Fonte: O autor, 2018.

Estes resultados vão de encontro ao conceito de outra ferramenta do *lean*: o *kaizen*. Por ser uma metodologia que visa diminuir os custos e aumentar a produtividade, se encaixa perfeitamente na proposição de melhoria apresentada neste projeto, uma vez que diminui-se o deslocamento necessário para a realização das atividades, aumentando ainda a eficiência do processo e o tempo que agrega valor ao produto. Como sugere o conceito de *kaizen*, é imprescindível que haja envolvimento dos funcionários e colaboradores, que devem auxiliar a empresa verificando os pontos fracos que necessitem de aprimoramento.

Através da otimização do *layout*, a empresa auferirá benefícios, reduzindo o investimento inicial ao restringir ao mínimo a compra de matéria-prima, e comprando apenas a quantidade necessária de acordo com a demanda dos clientes, característica esta da ferramenta *just in time*.

Caso implantada e verificado o sucesso desta metodologia, a mesma pode ser utilizada em outros processos da empresa, gerando resultados positivos e aumentando a eficiência do sistema.

CONSIDERAÇÃO FINAL

O presente estudo possibilitou, através de uma pesquisa e revisão bibliográfica, um acervo de trabalhos e publicações científicas referentes aos principais conceitos e metodologias do sistema *lean manufacturing*, sob uma ótica da gestão de produção e de fluxo de materiais. Na produção enxuta, percebe-se a necessidade de entender o processo e o conceito de valor, estabelecendo um fluxo lógico e que vise a redução de desperdícios. Para tanto, foram expressos os conceitos de diversas ferramentas e métodos de apoio à gestão de produção, como *just in time*, *kaizen* e *VSM*.

Os resultados obtidos sugerem que o método *lean* permitiu um entendimento do processo produtivo de forma sistêmica, onde as técnicas estudadas permitem uma maior compreensão do processo em si e de como torna-lo mais eficaz através da identificação e solução de problemas.

A eficiência do processo atual é de 6,19%, sendo que com a implementação das melhorias estima-se que a eficiência alcance 26,89%, representando um aumento de mais de 20%.

Em termos práticos, caso a empresa decida adotar as medidas sugeridas neste estudo, acredita-se que é possível alcançar uma série de melhorias nos processos, desde a redução imediata nos cursos de logística e abastecimento até a melhoria no balanceamento da carga de trabalho das rotas, simplificando ainda o fluxo de matéria prima, economizando tempo, distância percorrida, número de operadores necessários e maquinário envolvido nos processos.

É importante ressaltar que, por razões práticas, o presente estudo foi feito de maneira limitada e restrita à seleção de peças de um único *kit*. A empresa em questão produz dezenas de *kits* distintos diariamente, sendo que a eficiência que pode ser atingida caso sejam implementadas tais melhorias em todos os processos seria muito mais significativa.

Conclui-se, portanto, que com a adoção de técnicas básicas que servem de base para o *lean manufacturing*, é possível alcançar resultados positivos para as

empresas e organizações, aumentando eficiência de processos e reduzindo perdas e desperdícios.

REFERÊNCIAS

- ANBARI, F. T. **Quantitative methods for Project management**. Internacional Institute for Learning, 1996.
- ANTUNES, J. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projetos e gestão da manufatura enxuta**. Bookman Editora, 326 p., 2008.
- BRITO, F. O. **A manufatura enxuta e a metodologia seis sigma em uma indústria de alimento**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Amazonas, 2008.
- CARDOSO, A.; AREZES, P. M.; ALVES, A. C.; SILVA, S. C. Reconfiguração de sistemas de produção orientados ao produto: estudo de um caso industrial. **5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, 2º Congresso de Engenharia de Moçambique**, Maputo, 2008.
- CARREIRA, B. **Lean Manufacturing That Works: Powerfull Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits**. New York: AMACOM, 2005.
- COIMBRA, C. S. **O custo na ineficiência na logística interna**. Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, São Paulo, 2005.
- COSTA NETO, P. L. O.; CANUTTO, S. A. **Administração com Qualidade – Conhecimentos necessários para a gestão moderna**. São Paulo: Blucher, 2010.
- CRUZ, N. M. P. **Implementação de ferramentas Lean Manufacturing no processo de injeção de plásticos**. Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Tese de Mestrado, 2013.
- DELUIZ, N. A Globalização econômica e os desafios à formação profissional. **Boletim Técnico do SENAC**, 2017.
- FARINA, E. M. M. Q. Competitividade e Coordenação de Sistemas Agroindustriais: um Ensaio Conceitual. **Gestão & Produção**, vol. 6., n. 3, p. 147-161, 1999.
- FERREIRA, F. P. **Análise da implantação de um sistema de manufatura enxuta em uma empresa de autopeças**. Dissertação (Mestrado), Universidade de Taubaté, São Paulo, 2004.
- GESTÃO DE PRODUÇÃO. **Cronoanálise industrial**. Disponível em: <<http://www.gestaodeproducao.com.br/servicos/cronoanalise/cronoanalise-industrial>>. Acesso em: 31 de outubro de 2018.
- GEORGETTI, A. D. **Implementação da manufatura enxuta em um ambiente com diversidade de componentes e kits de entrega**. 2004. 113p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em:

<<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/264457>>. Acesso em: 3 ago. 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, B. **Como calcular e otimizar o lead time para garantir o sucesso do seu e-commerce**. Mandaê, 2017. Disponível em: <<https://www.mandae.com.br/blog/lead-time-o-que-e-tipos-de-lead-time-e-como-calcular/>>. Acesso em: 19 de setembro de 2018.

GONDIN, S. M. G. **Perfil profissional e mercado de trabalho: relação com a formação acadêmica pela perspectiva de estudantes universitários**. Estudos de Psicologia, vol. 7, n. 2, p. 299-309, 2002.

HOQUE, Z.; FALK, H. Industry characteristics and productivity measurement systems. **International Journal of Operations & Production Management**, vol. 20, n. 11, p. 1278-1292, 2000.

HUTCHINS, D. **Just in time**. Editora Gower, 2ª edição, 1999.

IANNI, O. O mundo do trabalho. **São Paulo em Perspectiva**, vol. 8, n. 1, p. 2-12, 1994.

JARDIM, E. G. M.; COSTA, R. S. **As tecnologias de gestão e seus contextos de aplicação**. Apostila de Disciplina da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2005.

LEAN TOOLS. Disponível em: <<http://www.4lean.net/pt/lean-tools/>>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O modelo Toyota: Manual de Aplicação**. Editora Bookman, Porto Alegre, 2007, 432 p.

MARTINS, P. G. LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2006.

MANDUJANO, K. P. **Manufatura Esbelta**. México, 2001.

MARQUES, C. A.; FURLAN, V.; MUNIZ, J.; CHAVES, C. A.; URIAS, A. A tecnologia de identificadores de rádio frequência (RFID) na logística interna industrial: pesquisa exploratória numa empresa de usinados para o setor aeroespacial. **GEPROS – Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, ano 4, n. 2, p. 109-122, 2009.

MAXIMIANO, A. **Teoria Geral da Administração**. São Paulo: Atlas, 2012.

NETO, J. S.; BARROS, J. G. **O Kaizen nas atividades de um provedor de serviços logísticos: estudo de caso em uma montadora de automóveis**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, SIMPEP, **Anais...**, Bauru, São Paulo, 2007.

NORTEGUBISIAN. **Sistemas a prova de erros (Poka Yoke)**. Disponível em: <<https://www.nortegubisian.com.br/blog/sistemas-a-prova-de-erros-poka-yoke>>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

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

ORTIZ, C. A. **Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line**. New York: CRC Press, 2006.

RIANI, A. M. **O Lean Manufacturing aplicado na Becton Dickinson**. 2006. (Monografia), Universidade Federal de Juiz de Fora, Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Minas Gerais, 44 p., 2006.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo Sistemas de Produção Lean Manufacturing**. Editora Campus, Elsevier, 152 p., 2013.

SANTOS, V. M. **Sistema de produção: o que é, como funciona?** FM2S, 2017. Disponível em: <<https://www.fm2s.com.br/sistema-de-producao-o-que-e-como-funciona/>>. Acesso em: 31 de outubro de 2018.

SETEC. **Apostila Setec Consulting Group Treinamento Black Belt, Lean Six Sigma**. 2006.

SILVEIRA, C. B. **Os 8 pilares da manutenção produtiva total**. Citisystems, 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/pilares-manutencao-produtiva-total/>>. Acesso em: 12 de outubro de 2018.

SILVEIRA, C. B. **Heijunka: flexibilizar e nivelar a produção**. Qualidade online, 2013.

TURBINO, D. **Sistemas de produção**. Disponível em: <<http://www.ensinoeinformacao.com/sistemas-de-producao>>. Acesso em: 31 de outubro de 2018.

VARGAS, R. **Lean Manufacturing: reduzindo desperdícios e aumentando qualidade**. Disponível em: <<https://gestaoindustrial.com/lean-manufacturing/#.WnX6Ca6nHIU>>. Acesso em: 13 de setembro de 2018.

VIEIRA, M. G. **Aplicação do mapeamento de fluxo de valor para avaliação de um sistema de produção**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

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