

Estudo de caso: identificação de desperdícios em um sistema produtivo e proposta de melhorias com aplicação dos conceitos de *Lean Manufacturing* em uma empresa de usinagem.

Ronald de Freitas Oliveira¹; Izolina Margarida de Souza²; Mayara Neves Pohlmann³; Victor Marcelo Costa Halcsik⁴; Alexandre Formigoni⁵

Resumo: Este artigo é um estudo de caso realizado em uma empresa especializada em usinagem na qual buscou-se identificar desperdícios por meio da aplicação de técnicas, conceitos e ferramentas de *Lean Manufacturing*. O trabalho inicia com uma exposição contextualizada sobre a importância da busca pela competitividade como fator decisivo para a sobrevivência das empresas em um mundo de concorrência acirrada. Em seguida é apresentado um referencial teórico sobre os conceitos de *Lean Manufacturing* aplicados no estudo. Na sequência o trabalho expõe a situação de um processo de produção de uma família de peças produzidas na empresa estudada e a realização de uma análise à luz dos conceitos introduzidos anteriormente que traz à tona os desperdícios do processo. Por fim, propõe-se possíveis ações para eliminação dos desperdícios e melhoria do processo produtivo.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*; Mapa de fluxo de valor; TRF

Abstract – This article is a case study in a company specialized in machining where it sought to identify waste through the application of *Lean Manufacturing* techniques, concepts, and tools. The work begins with a contextualized exposition about the importance of the search for competitiveness as a decisive factor for the survival of companies in a world of fierce competition. Then, a theoretical framework on *Lean Manufacturing* concepts applied in the study is presented. Next, the work exposes the situation of a production process of a family of parts produced in the company studied and then demonstrates an analysis under the light of the concepts previously introduced that brings out the waste of the process and finally proposes possible actions to eliminate waste and improve the production process.

Keywords: *Lean manufacturing*; VSM; SMED

1 Introdução

A melhoria da eficiência dos sistemas produtivos é fator decisivo para a sobrevivência e desenvolvimento sustentável das indústrias e do país em um mundo globalizado altamente competitivo (CNI, 2019).

¹Mestrado Profissional em Gestão de Sistemas Produtivos – CEETEPS – ronald.oliveira@cpospos.sp.gov.br

²Mestrado Profissional em Gestão de Sistemas Produtivos – CEETEPS - izolina.souza@cpospos.sp.gov.br

³ Mestrado Profissional em Gestão de Sistemas Produtivos – CEETEPS – Mayara.pohlmann@cpospos.sp.gov.br

⁴ Mestrado Profissional em Gestão de Sistemas Produtivos – CEETEPS - vitor.halcsik@fatecsp.br

⁵ Mestrado Profissional em Gestão de Sistemas Produtivos – CEETEPS – a_formigoni@yahoo.com.br

No mundo atual é perceptível que as ocorrências de mudanças rápidas de cenários criam demandas por respostas cada vez mais ágeis e desafiam a capacidade das organizações em se manterem competitivas frente a seus concorrentes. Nesse contexto empresas buscam meios de maximizar seus lucros, produzir com alta qualidade e com o menor custo possível, e ainda melhorar sua flexibilidade e tempo de resposta ao cliente. Uma forma eficiente de atingir esses objetivos e ganhar competitividade é aplicar as premissas da filosofia *Lean Manufacturing* (HUSSIAN et al, 2019). De acordo com Garza-Reyes et al (2018) o *Lean Manufacturing* tem sido amplamente implementado por organizações de manufatura para alcançar a excelência operacional e, desta forma, atender aos objetivos organizacionais, como lucratividade, eficiência, capacidade de resposta, qualidade e satisfação do cliente,

As constatações de Hussain et al (2019) e Garza-Reyes (2019) são confirmadas em diversos trabalhos acadêmicos que demonstram que diante de um mercado mundial dinâmico, instável e altamente competitivo a implantação das premissas do *Lean Manufacturing*, derivadas principalmente da Toyota Motor Company, na década de 1980, tem sido um símbolo de eficiência e uma profunda transformação nos processos produtivos que pode ser aplicada com êxito em inúmeros setores.

Esse trabalho tem como objetivo identificar os desperdícios em um sistema produtivo e propor ações para eliminação dos desperdícios encontrados por meio da aplicação dos conceitos de *Lean Manufacturing*. O trabalho está limitado a um diagnóstico da situação atual do sistema de produção com sugestões de implantação ações de melhorias, portanto, este artigo não aborda o acompanhamento dessas ações e os resultados alcançados após implementação.

2 Referencial teórico

Esta seção aborda os conceitos básicos para entendimento dos princípios, ferramentas e técnicas utilizadas em *Lean Manufacturing*.

2.1 *Lean Manufacturing* (Sistema Toyota de Produção)

Diante dos poucos recursos que o Japão disponibilizava após sua economia ter sido devastada pela derrota na Segunda Guerra Mundial, os engenheiros da Toyota Motor Company, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno concluíram que os sistemas de produção em massa que haviam cuidadosamente estudado na fábrica da Rouge da Ford em Detroit jamais funcionaria no Japão. Desse início experimental nasceu o Sistema Toyota de Produção que revolucionou a produção automobilística e suplantou o sistema tradicional de produção em massa.

O termo *Lean Manufacturing* tem origem no estudo sobre a indústria automobilística conduzido por James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos, pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT). Este estudo tinha como objetivo a revitalização das indústrias automobilísticas por meio do Programa Internacional de Veículos Automotores- International Motor Vehicle Program (IMVP). Segundo Womack et al (1990), esse estudo é o maior e mais detalhado já empreendido em qualquer indústria. Orçado em 5 milhões de dólares, com duração de 5 anos e abrangendo 14 países e que por fim deu origem ao livro *A Máquina que Mudou o Mundo* que descreve como o Japão conseguiu passar à frente do resto do mundo na guerra da indústria automobilística por meio dos princípios do Sistema Toyota de Produção ou Lean Manufacturing.

2.2 Princípios do Sistema Toyota de Produção

Para Liker (2005), os princípios do Sistema Toyota de produção podem ser agrupados em 4 categorias chamadas de 4P's: *Philosophy, Process, People/Partner, Problem solving*. Essas categorias estão descritas as seguir:

- a) *Philosophy*: Filosofia de pensamento de longo prazo que busca basear decisões administrativas no longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo;
- b) *Process*: Eliminação de perdas nos processos com as seguintes ações:
 - criar um fluxo de processos para trazer os problemas à tona;
 - utilizar sistemas de puxar para evitar a superprodução;
 - nivelar a carga de trabalho (produção nivelada);
 - parar produção quando houver problema de qualidade (autonomação ou jidoka);
 - padronizar tarefas para melhoria contínua;
 - usar controle visual para que os problemas não passem despercebidos;
 - usar somente tecnologia confiável totalmente testada.
- c) *People/Partner*: Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, vivam a filosofia e ensinem aos outros; respeitar, desenvolver e desafiar o pessoal e as equipes; respeitar, desafiar e auxiliar fornecedores;
- d) *Problem solving*: Aprendizagem e melhoria contínua; aprendizagem organizacional (Kaizen); ver por si mesmo para compreender a situação (Genchi Genbutsu); tomar decisões lentamente por meio de consenso (Nemawashi e Ringi de decisão); implementar ações com rapidez.

2.3 Diagrama “Casa do Sistema Toyota de Produção”

O diagrama “Casa do Sistema Toyota de Produção” mostrado na figura 1 é uma representação do sistema baseado em uma estrutura e não apenas em um conjunto de técnicas (LIKER, 2005).

As metas de melhor qualidade, menor custo e menor prazo de entrega são representadas pelo telhado da casa que está sustentado por dois pilares chamados de *just-in-time* e *autonomação (jidoka)*.

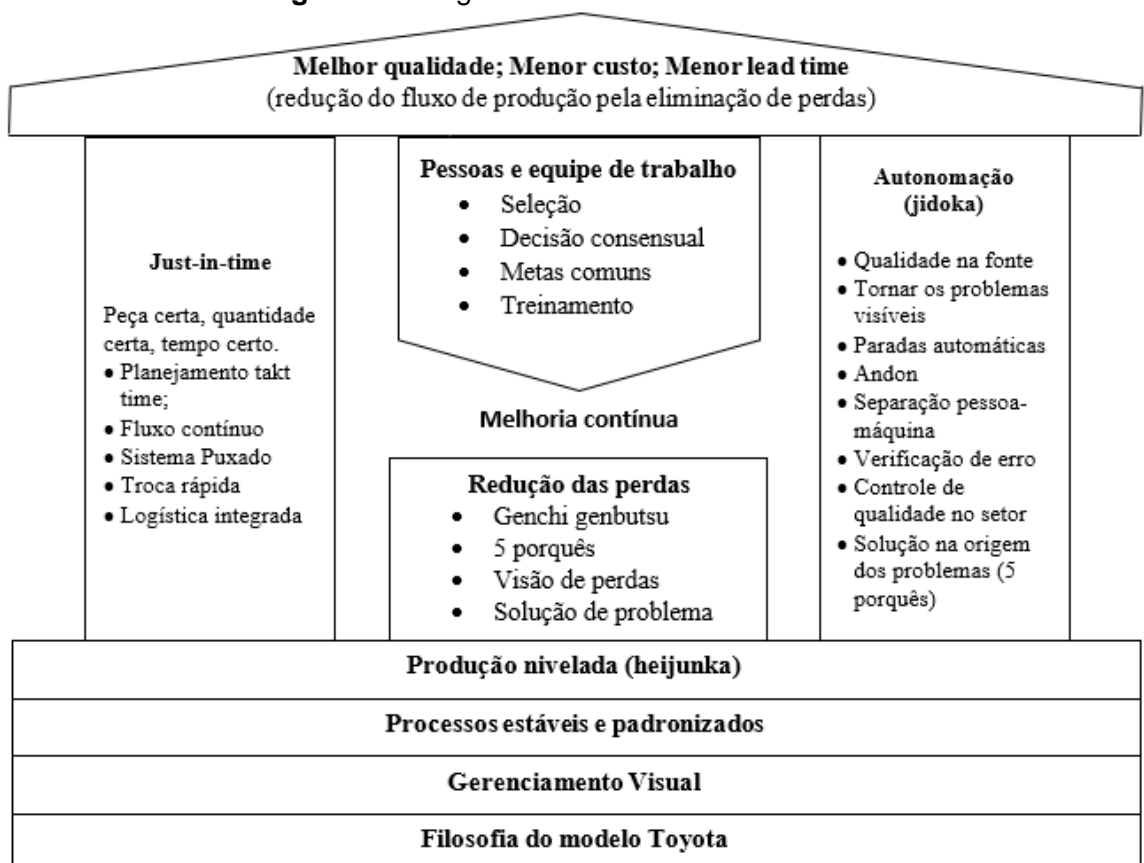
O pilar *Just-in-time* em um processo de fluxo contínuo, significa remover o máximo de estoque usado para amortecer ou proteger operações em relação aos problemas que podem surgir na produção.

O outro pilar de sustentação é a *autonomação (jidoka)*, um tipo de automação com o toque humano, que por meio de mecanismos de detecção de anormalidades de produção evita que um defeito passe para próxima estação de trabalho.

No centro da estrutura estão as pessoas envolvidas em processos de melhoria contínua.

A base da casa é composta pelos princípios que trazem a estabilidade para toda a estrutura: produção nivelada (*heijunka*), processos estáveis e padronizados, gerenciamento visual e filosofia dos 4 P's do modelo Toyota descrita por Liker (2005).

Figura 1 – Diagrama Casa do STP



Fonte: Adaptado de Liker (2005)

2.4 Tipos de desperdícios

“Muda” é uma palavra japonesa que significa desperdício ou perda que é qualquer atividade que consome recursos e não cria valor. Pode-se destacar: retrabalhos, produção de produtos sem demanda, acúmulo de estoques, etapas de processamento desnecessárias, movimentação de funcionários e transporte de mercadorias sem propósito, grupos de pessoas de uma atividade posterior ociosos porque a atividade anterior atrasou e ainda bens e serviços que não atendem as necessidades do cliente (WOMACK E JONES, 2004).

De acordo com Shingo (1996), o sistema Lean Manufacturing tem como foco a eliminação sistemática dos 7 tipos de perdas sendo elas:

a) Superprodução: Perdas por superprodução são críticas, por esconderem outras perdas, como, por exemplo, as perdas por produção de produtos defeituosos e perdas decorrentes da espera do processo e espera do lote (OHNO,1997). As perdas por superprodução podem ser subdivididas em superprodução quantitativa e superprodução por antecipação e a eliminação dos dois tipos de perdas por superprodução é o primeiro objetivo das melhorias no Sistema Toyota de Produção (SHINGO,1996);

b) Perdas por espera: Existem dois tipos de espera: 1- Espera do processo ocorrem tanto quando um lote inteiro de itens não processados permanece esperando enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado; ou quando há acumulação de estoque excessivo a ser processado ou entregue. 2- Espera do lote ocorre quando, durante as operações ou processamento de um lote, o lote inteiro, com exceção da parte sendo processada, encontra-se em “estoque”, visto que enquanto uma peça é processada, outras se encontram esperando para serem processadas ou pelo restante do lote ser fabricado (SHINGO,1996);

c) Perdas por transporte: Ocorrem quando o trabalho de transportar não agrega valor ao produto gerando apenas custo. Sendo assim, deve-se procurar reduzir a movimentação de materiais o máximo possível (SHINGO, 1996);

d) Perdas por processamento: Estas perdas são geradas na execução de atividades desnecessárias que não agregam aos produtos ou serviços características de qualidade exigidas (SHINGO, 1996);

e) Perdas nos estoques: As perdas nos estoques são geradas pela existência desnecessária de níveis elevados de estoque de materiais no almoxarifado, de produtos acabados e de componentes entre processos (SHINGO, 1996);

f) Perdas no movimento: As perdas no movimento ocorrem na realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução das suas atividades. São associadas diretamente aos movimentos desnecessários dos trabalhadores quando estes não estão executando as operações principais nas máquinas ou nas linhas de montagem (SHINGO, 1996);

g) Perdas no retrabalho: Quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de projeto ocorre perda por retrabalho dos produtos não conforme (SHINGO, 1996).

2.5 Princípios do *Lean Manufacturing*

Existem cinco princípios fundamentais no *Lean Manufacturing* que devem ser implementados em um sistema produtivo para a eliminação das perdas citadas e melhoria de seu desempenho: valor, o fluxo do valor, fluxo contínuo, produção puxada e busca pela perfeição (WOMACK E JONES, 2004). Estes princípios são detalhados a seguir:

a) Valor: Este princípio identifica o valor pela perspectiva do cliente. Apesar do valor ser criado pelo produtor, é definido pelo cliente. Dessa forma as empresas precisam entender o valor que o cliente atribui aos seus produtos e serviços;

b) Fluxo de valor: Envolve o registro e a análise do fluxo de informações, materiais e processos necessários para produzir um produto que tem como objetivo identificar e dividir os processos em três tipos: processos que de fato geram valor; processos que não geram valor, porém necessários para a manutenção dos processos e da qualidade; processos que não agregam valor;

c) Fluxo contínuo: Busca reduzir o tamanho de lote para uma única unidade. O fluxo contínuo auxilia na redução de defeitos, reduz o tempo ocioso do funcionário, reduz o tempo total de processamento do material e promove o trabalho em equipe;

d) Produção puxada: Consiste em produzir conforme a demanda sem a geração excessiva de estoques intermediários e estoques produtos acabados;

e) Busca pela perfeição: Princípio da busca pela melhoria contínua para aumento de eficiência e eficácia dos processos.

2.6 Ferramentas e técnicas de *Lean manufacturing* utilizados neste trabalho

- *Genchi Genbutsu* - significa ver por si mesmo para compreender a situação (LIKER, 2007);

- Mapa de fluxo de valor ou Value Stream Map (VSM) - é uma ferramenta que representa visualmente cada etapa do processo de produção de determinado produto desde o consumidor até o fornecedor. O VSM permite enxergar e entender o fluxo de materiais e de informações à medida que o produto passa pelas etapas de produção (ROTHER e SHOOK, 2003);

- Heijunka - Significa produção nivelada e tem por objetivo a busca pela estabilidade do processo, a redução da quantidade do estoque, redução de custos, diminuição de mão de obra e o lead time de produção (LIKER, 2007);

- Fluxo contínuo: Busca reduzir o tamanho de lote para uma única unidade. O fluxo contínuo auxilia na redução de defeitos, reduz o tempo ocioso do funcionário e reduz o tempo total de processamento do material (LIKER, 2007);

- Trabalho padronizado: Esse conceito tem como objetivo garantir a realização de atividades em determinada sequência, de forma padronizada e intervalo padrão de tempo (NISHIDA, 2007);

- 5S: 5S é um acrônimo de cinco palavras japonesas *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuki*. Esta ferramenta visa a implantação de uma filosofia de promoção de limpeza, organização e padronização do local de trabalho afim de viabilizar a base para outras melhorias significativas. Um local de trabalho bem organizado oferece um ambiente de produção seguro e eficiente, o que eleva o moral do funcionário, promove o sentimento de propriedade, orgulho de seu trabalho e posse de suas responsabilidades (RANDHAWA e AHUJA, 2017);

- Troca rápida de Ferramenta (TRF) ou Single Minute Exchange of Die (SMED) – Trata-se de uma técnica para minimização dos tempos de setup de máquinas, equipamentos e processos. Essa técnica viabiliza a produção eficiente em lotes mínimos auxiliando na redução do lead time permitindo que a empresa tenha resposta ágil diante das mudanças de demanda em um mix de produtos (SHINGO, 2000).

- Jidoka – Refere-se a habilidade de se parar de maneira automática ou manual um processo assim que um problema de mal funcionamento de máquina ou qualidade ocorra (BAUDIN, 2007).

3 Método

Para produção desse artigo aplicou-se a metodologia de estudo de caso por se tratar de uma investigação empírica que examina um fato contemporâneo em uma situação real (YIN, 2001). Neste estudo de caso buscou-se identificar os desperdícios no sistema produtivo em uma indústria por meio da aplicação dos princípios do *Lean Manufacturing* e propor ações para eliminação dos desperdícios identificados.

4 Resultados e discussão

Nesta seção estão descritas a situação atual do sistema produtivo, e a aplicação dos conceitos de *Lean manufacturing* para identificação dos desperdícios e posterior proposta de ações para minimização ou eliminação dos mesmos.

4.1 Descrição da empresa

Empresa metalúrgica de médio porte localizada em São Bernardo do Campo, especializada na produção de peças usinadas para tratores, caminhões, motores, equipamentos agrícolas e irrigação.

4.2 Descrição do processo produtivo

A empresa produz diversos tipos de peças metálicas usinadas em máquinas CNC, porém para realização deste trabalho foram escolhidas as peças AGCO1 e AGCO2 do mesmo cliente e que possuem mesma demanda semanal e similaridades no processo. O processo de produção dessas duas peças envolve as seguintes etapas: recebimento semanal e quinzenal de peças fundidas; usinagem das peças em centro de usinagem dedicado; inspeção da qualidade; embalagem; estocagem das peças que são retiradas semanalmente pelo cliente.

A demanda de peças especificada pelo cliente é de 100 peças por semana de cada modelo, e a empresa opera com carga horária de trabalho líquida de 8 horas diárias e 5 dias de trabalho por semana.

4.3 Descrição do processo de identificação dos desperdícios com aplicação de conceitos do *Lean Manufacturing*

O trabalho começa com a aplicação do conceito Genchi Genbutsu. Dessa forma, em visitas ao chão de fábrica buscou-se realizar as seguintes ações: acompanhamentos da produção; levantamentos de dados referentes aos processos e setores envolvidos (tabela1); observação de possíveis desperdícios referentes a superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos.

De posse das informações coletadas foram realizadas as seguintes tarefas: execução do mapa de fluxo de valor (figura 2); representação das movimentações das peças no leiaute do sistema produtivo (figura 3);

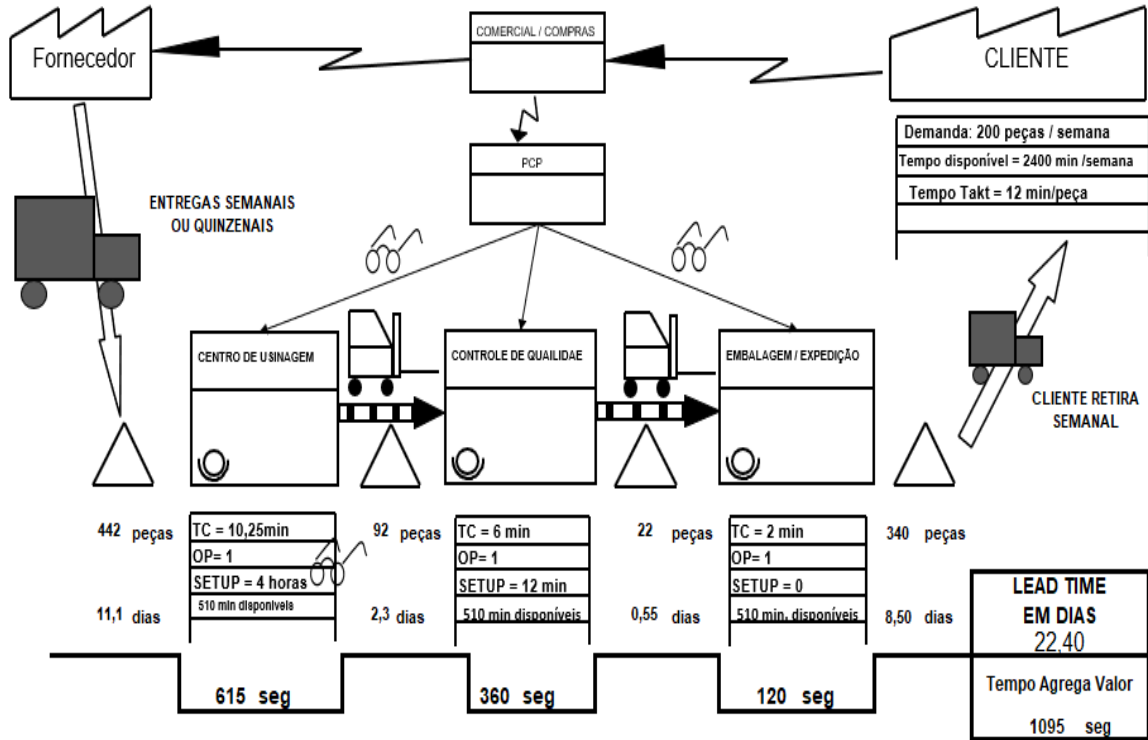
Tabela 1 - Dados sobre os setores e processos envolvidos para produção da peça código AGCO1 e AGCO2

Dados do setor e processo	Setor Usinagem	Setor Inspeção	Setor embalagem
Máquina/Equipamento	Centro de usinagem CNC	Instrumentos de medição e gabaritos	Caixa de madeira
Tempo de ciclo (segundos)	615	360	120
Quantidade de operadores	1	1	1
Tempo de <i>setup</i> (minutos)	240	12	0
Estoque de peças antes do processo	442	92	22

Estoque de peças processadas	92	22	340
-------------------------------------	----	----	-----

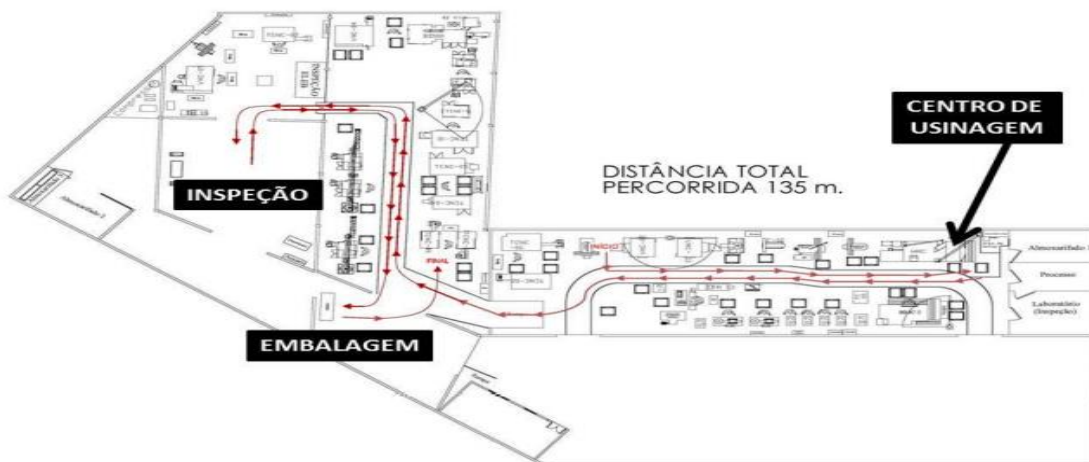
Fonte: Autores, 2021

Figura 2 - Mapa de fluxo de valor



Fonte: Autores, 2021

Figura 3 - Leiaute da empresa com destaque do transporte das peças entre setores envolvidos na produção



Fonte: os autores, 2021

4.4 Análise do mapa de fluxo de valor e do leiaute

Ao analisar o mapa de fluxo de valor em conjunto com o leiaute é possível identificar os seguintes desperdícios:

- Perda por transporte: Devido não aplicação do fluxo contínuo, as peças usinadas são transportadas por uma empilhadeira e percorrem 135 metros para passar pelo setor de inspeção e posteriormente para embalagem;
- Perda por inventário: Observa-se o total de 896 peças em estoques intermediários;
- Perda por espera: tempo de espera entre processos devido ao desbalanceamento das operações e demora no *setup* no centro de usinagem;
- Perda por movimentação: Excesso de movimentação dos operadores que ao realizam o *setup* necessitam de ferramental que está localizado em bancada distante da máquina que está em processo de configuração;
- Perda por superprodução: O tempo de 4 horas para *setup* do centro de usinagem obriga a empresa a produzir grandes lotes de peças para garantir que o cliente seja atendido sem atrasos;
- Perdas por retrabalho: Risco de acontecer retrabalho de peças devido a inspeção ser realizadas somente após a produção de lotes.

4.5 Ações propostas baseadas em ferramentas e conceitos *Lean Manufacturing* para minimização ou eliminação das perdas

Diante do diagnóstico realizado, essa seção apresenta de forma contextualizada à situação do processo produtivo algumas aplicações práticas de diversos conceitos que podem ser utilizados para atacar os desperdícios.

4.5.1 Aplicação dos conceitos de fluxo contínuo de peças, Heijunka e Jidoka

Como demonstrado anteriormente, o arranjo físico do sistema produtivo não possibilita o fluxo contínuo de peças pois devido as distâncias entre setores, a produção é feita em lotes, os quais são transportados por uma empilhadeira para os setores subsequentes. Além de não possibilitar o fluxo contínuo, o arranjo físico atual incorre no risco de produção de lotes inteiros de peças defeituosas.

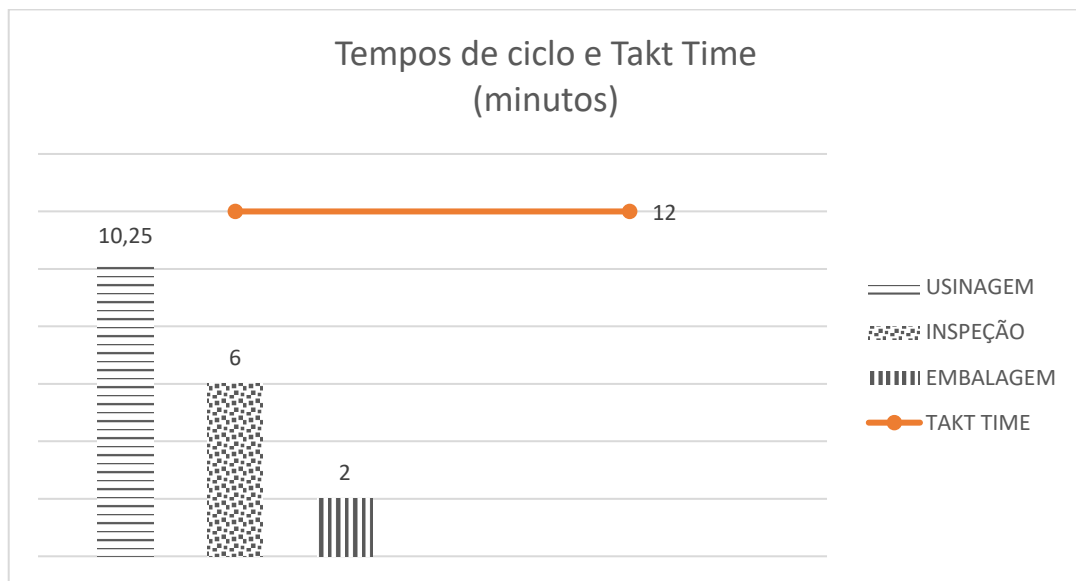
Para viabilizar o fluxo contínuo de peças entre as operações de usinagem, inspeção e embalagem é necessário aplicar o conceito Heijunka, ou seja, balancear a produção.

Na figura 4 é possível verificar que a operação de usinagem tem o tempo de ciclo muito superior as outras operações. Considerando que a operação de usinagem é executada em máquina CNC, percebe-se que o operador permanece ocioso durante o ciclo de usinagem e assim é possível que o mesmo operador execute a inspeção e embalagem tornando a produção mais balanceada viabilizando o fluxo contínuo de peças e aplicação do conceito Jidoka de

interromper imediatamente a produção quando for identificado algum problema nas peças durante a inspeção e assim assegurar a qualidade na fonte.

Para tanto é preciso mudar o posto de inspeção e embalagem para próximo do centro de usinagem e isso é plenamente viável visto que para a execução das inspeções são utilizados instrumentos de medição convencionais, gabaritos e calibradores que podem ser facilmente acondicionados em um carrinho especial. A embalagem é feita apenas acondicionando as peças em uma caixa de madeira e esta operação é perfeitamente possível no mesmo local da inspeção.

Figura 4 - Tempos de Ciclo e tempo Takt



Fonte: os autores, 2021

4.5.2 Aplicação do 5S e da ferramenta TRF em conjunto com o conceito de padronização do trabalho

Um dos gargalos identificado no processo produtivo é o *setup* do centro de usinagem que implica em inter rompimento da produção por 4 horas, causando consequentemente os desperdícios por espera, inventário e superprodução.

Durante o acompanhamento do processo de *setup* identificou-se as seguintes situações adversas:

1. Não há padronização nas etapas de trabalho, cada operador apresenta um método de trabalho;
2. Não há tempo padrão estimado para cada operação;
3. As ferramentas utilizadas nos ajustes estão desorganizadas e guardadas em bancadas longe do operador gerando excesso de movimentações do operador e oferecendo riscos ergonômicos;
4. Ferramentas de corte, como fresas, machos e brocas estão misturadas e desorganizados dificultando a pronta localização, gerando perda de tempo;

5. Armazenamento de diversos itens que não são mais utilizados no centro de usinagem;

6. Não há sequenciamento e identificação das pinças, dos porta-ferramentas e dos dispositivos;

7. Parafusos de fixação com comprimentos inadequados gerando desperdício de tempo no rosqueamento das porcas de aperto;

8. Porcas sem padronização o que gera a necessidade de várias chaves para aperto;

9. Não há classificação de *setup* interno e externo. Existem atividades que estão sendo realizadas somente quando a produção é interrompida e que poderiam ser realizadas como *setup* externo, isto é, ainda com a máquina em produção.

Para minimizar as situações adversas no *setup* sugere-se as seguintes ações:

- Utilizar o conceito de trabalho padronizado para a operação de *setup*, criando um *check list* com a sequência passo-a-passo das tarefas e com tempo padrão estimado;

- Aplicar a metodologia 5S's para selecionar e descartar itens desnecessários ao desenvolvimento da atividade no local de trabalho; organizar os itens necessários de forma adequada para fácil localização e armazenamento rápidos; limpar o local de trabalho; manter um alto padrão de arrumação, limpeza e organização do local de trabalho;

- Aplicar conceitos de troca rápida de ferramenta (TRF) da seguinte forma:

- ✓ Treinar operadores sobre os conceitos do TRF;
- ✓ Filmar e acompanhar o processo de *setup*;
- ✓ Analisar filmagem e descrever todas as atividades executadas e os respectivos tempos;
- ✓ Eliminar atividades desnecessárias;
- ✓ Identificar atividades de *setup* interno e externo;
- ✓ Converter o máximo possível de atividades de *setups* internos em atividades de *setups* externos;
- ✓ Melhorar as atividades: Aplicar 5S's; eliminar comprimento inútil dos parafusos; trocar as arruelas de travamento convencionais por arruelas com rasgo; padronizar porcas e conseqüentemente diminuir a diversidade de chaves de aperto; sequenciar e identificar pinças, porta-ferramentas e dispositivos; disponibilizar carrinho para acondicionar as ferramentas e instrumentos de medição de modo que fiquem acessíveis e próximos ao centro de usinagem durante a realização do *setup*;
- ✓ Fazer *setup* piloto cronometrando os novos tempos;
- ✓ Documentar procedimento de *setup* padrão
- ✓ Treinamento de todos os envolvidos;

5 Considerações Finais

Esse trabalho evidenciou que os conceitos de *Lean Manufacturing* têm grande eficiência para a análise do processo produtivo com o objetivo de identificar os desperdícios e em seguida propor possíveis soluções para eliminação desses desperdícios.

Pode-se observar ainda neste estudo as interdependências entre alguns conceitos de *Lean Manufacturing* para o alcance das melhorias no processo produtivo e é possível destacar a importância de iniciar o processo de análise com o Genchi Genbutsu seguido pela construção do mapa de fluxo de valor. Esses dois primeiros conceitos possibilitou a visualização da cadeia de valor e a identificação dos gargalos e desperdícios de superprodução, inventário, transporte, espera, movimentação e retrabalho.

Em seguida com aplicação do Heijunka tornou possível a implementação dos conceitos de fluxo contínuo e Jidoka que combatem os desperdícios de transporte, espera, retrabalho e inventário.

Para implementação da técnica de troca rápida de ferramenta foi primordial aplicar simultaneamente as ferramentas 5S's e trabalho padronizado. Essas técnicas e ferramentas em conjunto visam a eliminação dos desperdícios de superprodução, inventário e movimentação.

Tendo em vista o exposto, conclui-se que esse artigo atingiu o objetivo proposto de identificar os desperdícios em um sistema produtivo e propor ações para eliminá-los aplicando os conceitos de *Lean Manufacturing*.

Referências

A. HUSSAIN , Z.R. TAHIR , F.A. SIDDIQUI , M. ASIM , Q.W. AHMAD. *Improving Cost Competitiveness of Small and Medium Enterprises by Using Participatory Lean Approach - A Case Study. Technical Journal, University of Engineering and Technology (UET) Taxila, Pakistan Vol. 24 No. 3-2019 ISSN:1813-1786 (Print) 2313-7770 (Online)*

BAUDIN, M. *Working with Machines: The Nuts and Bolts of Lean Operations with Jidoka.* [s.l.] CRC Press, 2007.

CNI (Brasil). Confederação Nacional da Indústria (org.). *Perfil da indústria no estado de São Paulo.* 2018. Disponível em:
<http://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/sp>. Acesso em: 17 jun. 2021.

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

ROTHER, M.; SHOOK, J. (org.). *Aprendendo a enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.* Brasil: *Lean Institute*, 2012.

NISHIDA, L. T. Reduzindo o “*lead time*” no desenvolvimento de produtos através da padronização. *Lean Institute Brasil*, 2007. Disponível em: Acesso em: 04 junho 2021.

RANDHAWA, J. S.; AHUJA, I. S. 5S – *a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 34, n. 3, p. 334–361, 1 jan. 2017.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. 1ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. Sistema de troca rápida de ferramenta. Porto Alegre: Bookman, 2000.

WOMACK, J. P. A máquina que mudou o mundo: Baseado no estudo do *Massachusetts Institute of Technology* sobre o futuro do automóvel / James P. Womack, Daniel T. Jones, Daniel Roos, tradução de Ivo Korytowski. – Rio de Janeiro: Editora Campus, 1990.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Bookman, 2001.