

Análise dos desperdícios de produção no processo de usinagem de uma empresa metalúrgica de médio porte

Analysis of production waste in the machining process of a medium-sized metallurgical company

Guilherme Bólico Pletsch* - pletsch.bolico.guilherme@gmail.com

José Donizetti de Lima* - donizetti@utfpr.edu.br

Dayse Regina Batistus* - batistus@utfpr.edu.br

Marcelo Gonçalves Trentin* - marcelo@utfpr.edu.br

Maurício Pegoraro** - mauriciopegoraro@materdei.edu.br

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná – (UTFPR), Pato Branco, PR

**Faculdade Mater Dei – (FMD), Pato Branco, PR

Article History:

Submitted: 2020 - 03 - 21

Revised: 2020 - 03 - 24

Accepted: 2020 - 04 - 22

Resumo: No mercado atual, para se tornarem competitivas, as organizações buscam melhorar a eficiência de seus processos produtivos, tendo como foco a eliminação ou redução de perdas. Neste contexto, o *lean manufacturing* e suas ferramentas, se configuram como bons aliados, uma vez que colaboram para que as empresas possam identificar e analisar os desperdícios ocorridos em seus processos. Com isto, oportunizam que sejam propostas melhorias contínuas, eliminando e reduzindo perdas e retrabalhos. Inserido neste cenário, o presente estudo analisa o processo de usinagem em uma empresa do ramo metal mecânico de médio porte, a qual realiza usinagem de buchas excêntricas. O objetivo principal foi, por meio das ferramentas do *lean manufacturing*, identificar desperdícios no processo de produção e, após análise, propor ações de melhoria. Esta intervenção permitiu a redução de desperdícios, a sincronização do processo produtivo e, por consequência, ganhos em eficiência operacional para a organização.

Palavras-chave: Processo produtivo; *Lean manufacturing*; Desperdícios; Melhorias; Ramo metal mecânico

Abstract: In the current market, to become competitive, organizations seek to improve the efficiency of their production processes, focusing on eliminating or reducing losses. In this context, lean manufacturing and its tools are configured as good allies, since they collaborate so that companies can identify and analyze the waste that occurred in their processes. With this, they make it possible to propose continuous improvements, eliminating and reducing losses and rework. Inserted in this scenario, the present study analyzes the machining process in a medium-sized metal mechanic company, which performs machining of eccentric bushings. The main objective was, using lean manufacturing tools, to identify waste in the production process and, after analysis, to propose improvement actions. This intervention allowed the reduction of waste, the synchronization of the production process and, consequently, gains in operational efficiency for the organization.

Keywords: Productive process; Lean manufacturing; Waste; Improvements; Mechanical metal branch

1. Introdução

Em busca da melhoria de sua competitividade, as organizações procuram adotar novas ferramentas de planejamento, de gestão e de controle de seus processos produtivos. De acordo com Ludwig *et al.* (2016), as organizações teriam como objetivos, ainda, a redução de seus custos e o aumento de sua lucratividade. Nesse contexto, surge a manufatura enxuta conhecida como *lean manufacturing*, contrariando os processos de gerenciamento já existentes, surge como um sistema de gestão capaz de proporcionar um melhor desempenho no processo produtivo e qualidade ao menor custo (Pires *et al.*, 2012).

Na visão de Moro e Júnior (2016), as organizações conseguem ser bem-sucedidas quando elas conseguem modificar os parâmetros, e seus processos de forma rápida, a fim de enfrentar a concorrência com eficiência para fabricar novos produtos e lançá-los no mercado, sendo assim uma empresa competitiva. Vale ressaltar que o sucesso está ligado a processos produtivos mais eficientes, ciclos mais ágeis para os produtos, e ofertas inovadoras para os consumidores.

Ludwig *et al.* (2016), para atingir os objetivos supracitados, sob a pressão das exigências impostas pelo atual mercado, as empresas têm adotado, com êxito, os princípios da filosofia *Lean Manufacturing*. Filosofia que originalmente surgiu no Japão em uma indústria automobilística como Sistema Toyota de Produção. Evoluiu e passou a ser denominado de sistema *Lean Manufacturing* e tem sido amplamente aplicada em empresas dos mais diversos segmentos (Pires *et al.*, 2012).

De acordo com Pletsch e Vieira (2018), o *lean manufacturing* é um sistema que trabalha na eliminação ou redução de desperdícios, visando melhorias nas práticas de gestão de operações e qualidade. Os conceitos que compõem a filosofia *lean* foram consolidados ao longo dos anos, transformando-se em diretrizes, as quais estão sendo seguidas por um número expressivo de empresas na busca de aprimoramento e de excelência em seus processos, melhorando sua competitividade (Senna *et al.*, 2016).

Porém, embora pareça fácil, a aplicação da filosofia *lean* encontra algumas barreiras, como por exemplo fatores humanos o que acaba gerando a necessidade de treinamentos específicos durante a fase de implantação (Benevides *et al.*, 2013). Ainda na visão dos autores uma organização que busca o aumento da produtividade e da qualidade de seus produtos deve evitar retrabalhos e atividades que não agregam valor ao processo.

Desse modo, para inserir um processo de produção enxuta é fundamental que a empresa identifique a sua situação atual e defina de forma objetiva os motivos para a realização da mudança (Nogueira e Saurin, 2008). Porém, para que sejam satisfatórios os resultados, é necessária a participação de todos os colaboradores, desde a alta gerência até os funcionários de chão de fábrica.

Nesta perspectiva, o presente estudo analisa as perdas ocorridas no processo de usinagem de uma empresa do ramo metalmeccânico, de médio porte, a qual executa a usinagem de buchas excêntricas. Tendo como foco a identificação dos detrimentos na produção e a proposição de ações de melhoria, o estudo busca reduzir e/ou eliminar os desperdícios que possam estar presentes no processo. Vale ressaltar que o estudo se justifica pela necessidade, por parte das empresas, de aprimorarem sua organização e padronização na execução de suas tarefas para manterem-se competitivas.

2. Lean Manufacturing

O termo *Lean Manufacturing*, foi utilizado por um grupo de pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT, 1990), no livro “A máquina que mudou o mundo”, para definir os procedimentos usados no gerenciamento da produção de automóveis na empresa Toyota (Liker e Meier 2007; Carelli et al., 2016).

Segundo Ohno (1997), a filosofia *lean manufacturing* e suas ferramentas, se aplicam em diversos tipos de sistema produtivos, com a pretensão de melhorar a qualidade, ainda que os recursos sejam limitados. No ocidente, tem sido utilizado o *Lean Manufacturing*, como um paradigma de gestão da produção industrial, tendo como objetivo principal o aumento do poder competitivo das organizações (Negrão et al., 2016).

A essência do pensamento *Lean* consiste na integração de todos os processos de negócios em um sistema padronizado, tendo como foco a agregação de valor ao produto, por meio da melhoria contínua e da eliminação de desperdícios (Fullerton et al., 2014; Ferreira et al., 2016). Para Shingo (1996), O *Lean Manufacturing* é um sistema que tem como objetivo a eliminação completa das perdas.

Monden (2015), afirma que a o *Lean* tem como objetivo final elevar o índice de produtividade da empresa em relação ao retorno sobre o investimento (ROI) ou retorno sobre ativos (ROA). Devido ser uma meta corporativa, essa medida é considerada um indicador

para avaliação da administração e alta gerência das organizações (o grupo da cadeia de suprimentos em geral) que se embasam em demonstrações financeiras estabilizadas.

2.1. Princípios da manufatura enxuta

Womack e Jones (2004), citam os cinco princípios da mentalidade enxuta, cuja finalidade é fazer com que as organizações sejam mais flexíveis e capazes de corresponder às expectativas dos seus clientes.

- a) Valor: Definido pelo cliente final e não pela empresa. A necessidade acaba gerando valor, as empresas desse modo são responsáveis por identificar essa necessidade, buscar satisfazê-la e cobrar um preço justo por isso, a fim de maximizar os lucros reduzindo os custos, promovendo melhoria contínua dos processos e a qualidade dos produtos;
- b) Fluxo de Valor: Incide em avaliar a cadeia produtiva e apontar as atividades que agregam valor, das que não geram valor, contudo são essenciais para manutenção dos processos produtivos e da qualidade, e por último aquelas que não agregam nenhum valor e devem ser eliminadas imediatamente;
- c) Fluxo contínuo: Facilita a fluidez das atividades que agregam valor, por meio da adoção de lotes unitários eliminando desperdícios, movimentação desnecessária e geração de estoques;
- d) Produção puxada: Proporciona que a empresa inverta o fluxo de valor, não trabalhando com o sistema empurrando para o cliente, eliminando estoques através promoções e descontos. O cliente começa a puxar a produção, reduzindo a necessidade de estoques e aumentando o valor do produto;
- e) Perfeição: A procura pela perfeição deve envolver todos os membros do processo produtivo, para que tenham amplo conhecimento sobre os processos de modo geral podendo assim definir as melhores formas de criar valor.

Na visão de Mesquita *et al.* (2014), quando uma organização define de forma clara o conceito de valor e consegue identificar o fluxo de valor, as etapas presentes no processo fluem livremente, permitindo assim, que os clientes puxem o valor.

2.2. Perdas no processo

Na linguagem industrial, as perdas são atividades desnecessárias, que não agregam valor, mas que geram custos, devendo ser eliminadas com o intuito de contribuir para o bom

desempenho das organizações (Ghinato, 2002). As perdas podem representar problemas que interferem nos sistemas produtivos, dificultando ou até mesmo impedindo que os processos sejam executados de forma rápida e correta (Grabán, 2009; Barbosa *et al.*, 2016).

A Toyota identificou sete tipos de atividades, inseridas no processo produtivo, que não agregam valor algum para as organizações empresariais ou de manufatura, são elas: perdas em processo, estoque, transporte, superprodução, espera, deslocamentos desnecessários e defeitos (Liker e Meier 2007; Carelli *et al.*, 2016). Liker e Meyer (2007) explanam que os setes desperdícios são colocados da seguinte forma:

- a) Perdas no processo: São partes presentes no processo que poderiam ser eliminadas sem alterar as características e funções básicas do produto (Shingo, 2000);
- b) Perdas no estoque: É a perda que se obtém sob a forma de estoque de matéria-prima, material que está em processo ou já está acabado. Alguns relatam que o estoque é um “mal necessário”, que resolve problemas de gargalo na produção, mas na visão de Ohno (1998), se não for bem dimensionado vai acabar sendo um vilão para o processo, por isso se faz necessário analisar suas causas para poder eliminá-lo do processo;
- c) Perdas no transporte: Movimentação excessiva de matéria prima e de pessoas dentro da área de manufatura não agrega valor para o produto, deve-se levar como prioridade a diminuição de movimentações (Ghinato, 2002);
- d) Perdas por superprodução: É o meio de perda mais comum, é basicamente quando ocorre produção mais elevada que o necessário, seja de produto acabado ou produto inacabado que vai esperar para ser acabado na próxima etapa (Slack; Chambers; Johnston, 2009);
- e) Perda por movimentação: Ocorre quando o operador está fazendo movimentos desnecessários para executar a tarefa. Para resolver este problema deve-se fazer um estudo de tempo e movimento, caso esgotarem as alternativas quando se trata de manuseio, parte-se para automação do processo em partes ou totalmente (Shingo, 1996);
- f) Perda por tempo de espera: As perdas por espera têm duas divisões as perdas por espera dos equipamentos, e as perdas por espera dos colaboradores (Antunes *et al.*, 2008);
- g) Perda por produtos defeituosos: Este tipo de perda por fabricação de produtos defeituosos se origina de peças fabricadas incorretamente, não atendendo os padrões de

qualidade requeridas no projeto, ou seja, não atendem aos requisitos vinculados de qualidade exigidas (Antunes *et al.*, 2008).

Os desperdícios relacionados às sete perdas mencionadas, se referem não somente à linha de produção, mas também ao aumento do volume de produtos, ao sequenciamento dos pedidos e às atividades administrativas (Liker e Meier 2007). Hines e Matthias (2000), bem como, Liker e Meier (2007), elencam um oitavo desperdício na produção, o qual estaria atrelado à falta de comunicação entre os gestores e os colaboradores. É comum que operadores, por exemplo, visualizem oportunidades de melhoria em determinado processo. Se a comunicação não for eficiente, estas oportunidades não chegarão ao conhecimento dos gestores e, por consequência, não serão implementadas.

Identifica-se três tipos de atividades relacionadas a desperdícios, são elas: (D) desnecessárias; (PD) parcialmente desnecessárias e (PAV) parcialmente agregam valor. As atividades D e PD devem ser eliminadas do sistema. Já as PAV, que são atividades necessárias, mas que não agregam valor de maneira integral, mas agregam valor ao cliente, devem ser melhoradas (Womack e Jones, 2004).

Dentro desse contexto, Hines e Taylor (2000), afirmam que quando refletimos sobre desperdício é comum atrelar este mecanismo a três diferentes tipos de atividades quanto à sua organização:

- ✓ Atividades que agregam valor: São atividades que, para os olhos do consumidor final agregam valor ao produto ou serviço adquirido. Ou seja, atividades onde o consumidor ficara feliz por estar pagando por elas;
- ✓ Atividades que não agregam valor: Atividades que, para os olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço que está sendo adquirido. Essas atividades são claramente atividades de desperdícios, devem ser suprimidas no curto e médio prazo pela organização;
- ✓ Atividades necessárias que não agregam valor: Atividades que, para os olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço adquirido, mas são atividades que são necessárias. São desperdícios difíceis de serem eliminados do processo em curto prazo, portanto, precisa-se de uma tratativa a longo prazo.

As empresas de manufatura (não World-Class) segundo Hines e Taylor (2000), em sua pesquisa realizada durante o Programa de Processamento Lean (LEAP), em uma rede de

empresas do setor automobilístico e de aço do Reino Unido encontraram três tipos de atividades, em média, na seguinte proporção:

- ✓ 5% atividades que agregam valor ao produto final;
- ✓ 60% atividades que não agregam valor ao produto final;
- ✓ 35% atividades que não agregam valor ao produto final, porém são atividades necessárias.

Na percepção de Ohno (1997), para que os desperdícios sejam totalmente eliminados, deve-se ter em mente que o aumento da eficiência só terá sentido se estiver associado à redução de custos. Para que esta redução seja alcançada, deve-se produzir somente o necessário, utilizando-se o máximo de mão de obra. Além disto, a eficiência deve ser observada em cada operador, de cada linha de produção, por toda a fábrica, na qual a eficiência tem que ser melhorada em cada etapa do processo produtivo.

Existe um gama de técnicas que estão ligados a gerencia de manufatura enxuta, são eles: redução de estoques intermediários, demanda puxada por *Kanban*, redução dos lotes de produção, padronização do processo produtivo, *Poka-Yoke* – sistema usado para prova de falhas, realização de *setups* rápidos, concentração geográfica da produção e montagem de componentes, produção em *just-in-time* (JIT) e melhoria contínua do processo *Kaizen*, (Cusumano, 1994).

Os criadores do STP fizeram um conceito mais didático, chamado de Casa Toyota, para mostrar aos seus colaboradores a evolução do mesmo (LIKER, 2007). Ainda na visão do autor são alcançados os objetivos pela eliminação dos desperdícios, a cobertura da casa se sustenta pelos pilares, JIT e o *Jidoka* (Automação) e fundação da casa. Existem outras ferramentas de suma importância para o *lean manufacturing*, tais como: *takt-time* (dita o ritmo de produção necessário para atender a demanda), relatório A3, manutenção produtiva total (TPM), (manutenção realizada com a participação de todos), *Single Minute Exchange of Die* (SMED) (Vieira *et al.*, 2018).

2.3. Principais ferramentas do lean

O pensamento *lean* traz várias ferramentas para geração de valor da cadeia produtiva, porem alguns autores como Feld (2000); Monden (1998) e Nahmias, (2001), destacam algumas ferramentas como principais ferramentas do *lean*.

- a) *Just-in-time*: É o pensamento onde está conceituado que, “cada processo receba o item exato necessário, quando ele for necessário, na quantidade necessária” (Ohno, 1997). O *Just-in-time* é o conjunto de conceitos, ferramentas e técnicas que permite que a empresa atenda à demanda do cliente, produzindo e entregando produtos em pequenas quantidades, ou seja, os itens corretos na hora certa (Liker, 2005);
- b) *Kanban*: Segundo Shingo (1996), é uma ferramenta que através de cartões controla a produção, onde se determina a fabricação do lote de peças, é um sistema que controla a produção, com o foco na minimização dos estoques desnecessários e dos materiais em processo, produzindo assim, pequenos lotes, ou seja, somente o necessário;
- c) *Total Preventive Maintenance* (TPM): Segundo Pletsch e Pegoraro (2018), e quando os trabalhadores realizam manutenção regular do equipamento para detectar eventuais anomalias. O foco é em corrigir falhas para preveni-las. A TPM na visão de Mobley (2008), visa o aumento contínuo da disponibilidade dos equipamentos inseridos no processo produtivo e a prevenção a degradação dos mesmos.
- d) *Smed*: Metodologia sistemática usada para redução de tempo de preparação de peça, ou seja, os famosos (*setup's*) (Vieira e Pletsch, 2018).
- e) *Total Quality Management* (TQM): Um sistema de melhoria contínua que emprega uma gestão participativa centrada nas necessidades dos clientes (Salleh *et al.*, 2012).
- f) Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM): O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta gráfica que representa o fluxo de informações e processos de uma cadeia de valor, visando pontos de melhoria e de eliminação dos desperdícios, por meio do processo de observação, resumindo-os visualmente e buscando um estado futuro com melhor desempenho (Jones e Womack, 2004).

3. Metodologia

A presente pesquisa tem natureza exploratória e abordagem qualitativa, sendo concretizada por meio do método estudo de caso. Este método tem sido considerado como o mais adequado para investigar um fenômeno contemporâneo em seu contexto real (Gil, 2010).

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa se configura como qualitativa, pois concentra-se nos indivíduos e na interpretação de seu ambiente, que é a fonte do estudo de Miguel *et al.* (2010). Com o propósito de obter maior flexibilidade, a mesma apresenta tendência a ser menos estruturada, tendo como foco os processos e a aproximação com o fenômeno de estudo.

Seguindo abordagem de Hartman (2015), que desenvolveu um questionário para captar informações de pequenos agricultores da Índia sobre o desperdício gerado em suas fazendas, para então mostrar para eles a importância do *Lean* para controlar as perdas em todo o processo. O estudo de caso também desenvolveu um questionário que foi aplicado aproximadamente para 18 colaboradores, o mesmo foi aplicado envolvendo todos os colaboradores do setor de usinagem da empresa, juntamente com o alto escalão de gerência.

As perguntas foram elaboradas visando obter sugestões de melhorias no processo de usinagem das buchas excêntricas. No (Anexo A), visualiza-se as perguntas realizadas.

Foi realizada uma pesquisa com o objetivo de desenvolver o tema a ser abordado no estudo de caso em questão. Os estudos foram realizados através de levantamentos bibliográficos, monografias e artigos voltados ao *Lean Manufacturing* com o intuito de estudar um sistema de produção enxuta para que seja possível propor melhorias no processo produtivo da empresa.

Posteriormente, após todo levantamento das informações possíveis, juntamente com as informações coletadas com aplicação do questionário, foram realizadas reuniões nas quais os colaboradores envolvidos no processo em análise, puderam expor suas percepções, elencar problemas e indicar oportunidades de melhoria. Por fim, efetivou-se um estudo geral dos problemas detectados pelos colaboradores. Com isto, foi possível identificar os desperdícios presentes no processo de usinagem para então propor ações de melhorias.

4. Estudo de caso

A pesquisa foi desenvolvida em uma empresa do ramo metalmeccânico, que está localizada no interior do estado do Paraná. A empresa atualmente trabalha na área do agronegócio, mais especificamente na área de armazenamento de grãos atuando em todo território nacional e exporta para alguns países da América Latina. Trabalha com diversos itens que compõem seu portfólio que é formado por equipamentos relacionados de movimentação, secagem, estocagem e limpeza de cereais. A empresa possui vários setores de manufatura necessários para todas as etapas de sua produção.

Porém, o estudo concentrou-se somente no processo de usinagem da empresa, mais especificamente na usinagem de buchas excêntricas, pois a qualidade e produtividade dessas peças são primordiais. Essas peças após todo o processo de transformação são usadas em

equipamentos especiais de limpeza dos grãos. Na Figura 1 é possível visualizar a bucha excêntrica, objeto deste estudo.



Figura 1 – Bucha excêntrica
Fonte: Elaborado pelos autores

O processo de produção das buchas excêntricas da empresa é definido como arranjo físico por processo. Segundo Slack *et al.* (2009), o arranjo físico por processo ocorre quando os recursos necessários para a transformação são alocados de acordo com suas funções, as peças que se movem de acordo com cada produto e não a máquina.

O objeto em estudo é uma peça muito frágil, que necessita de ajustes com máxima precisão. Principalmente, no seu furo, onde o mesmo é um guia para um outro eixo onde esta peça vai acoplada. O ajuste deste furo tem precisão na casa de centésimos de milímetros, para garantir um acoplamento crítico. Outro ponto muito sensível que se deve ter muito cuidado também, é a rosca da bucha onde nela vai duas porcas para travamento na montagem no eixo.

Com a parte rosqueável da bucha deve-se ter um cuidado especial pois a mesma possui um conjunto de filetes finos (rosca de passo fino), que é muito sensível a qualquer tipo de batida, onde qualquer choque mais expressivo na mesma, fará com que o filete de seja amassado, o que impedirá a montagem final da porca no equipamento. Este cuidado no filete da rosca deve ser levado em consideração rigorosamente, pois qualquer amassado expressivo acabara desencadeando o processo de retrabalho desta peça.

A sequência do processo de usinagem dessa bucha excêntrica é apresentado detalhadamente detalhado na sequência. No fluxograma da Figura 2 visualiza-se as etapas e sequência do processo para confecção da peça.

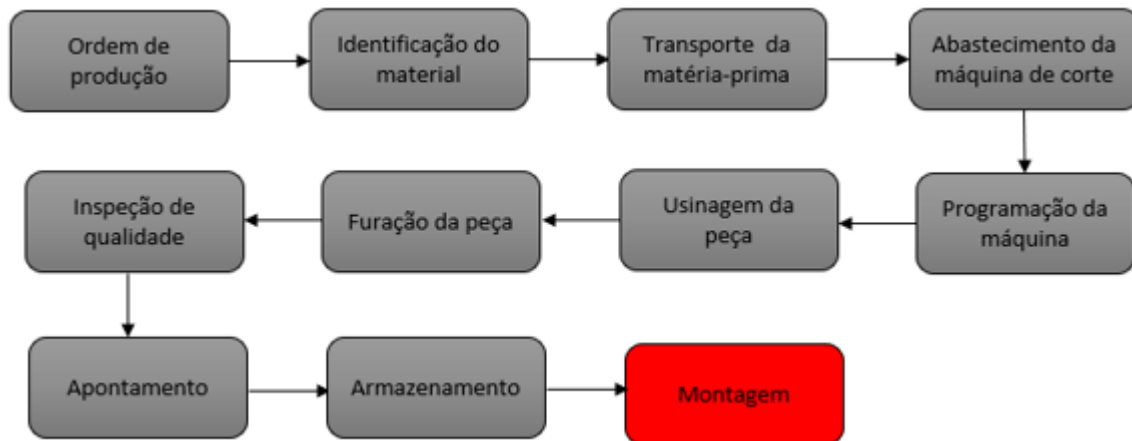


Figura 2 – Fluxograma do processo de Fabricação
Fonte: Elaborado pelos autores

Etapas de Fabricação:

- Ordem de produção (OP): Etapa onde se inicia o processo produtivo, onde a mesma é emitida pelo planejamento e controle de produção (PCP). Na mesma contém todas as informações necessárias para que seja possível iniciar a fabricação das peças. São informadas na OP a quantidade de buchas excêntricas que deveram ser produzidas, qual o lote do material que deve ser utilizado para fabricação, a identificação do material a ser utilizado, o diâmetro e o comprimento das peças, e também na OP acompanha a data em que o produto deverá ser entregue para ser utilizado na montagem final.
- Transporte da matéria prima: O transporte do material a ser utilizado é efetivado por meio de um guincho hidráulico e uma cinta especial, o qual serve para realizar a retirada da prateleira o aço que será processado para atender ao pedido. A retirada do material com este guincho facilita a manuseio do material que será usado, onde muitas vezes o mesmo vem de fábrica com 6 metros de comprimento, com isso é possível garantir a segurança dos colaboradores mantendo a ergonomia adequada. Na Figura 3, observa-se a realização da retirada do material pelo guincho da prateleira.



Figura 3 – Retirada de matéria prima
Fonte: Elaborado pelos autores

- c) Abastecimento da máquina de corte: Na sequência, é realizado o corte deste material em uma serra especial de corte de aços, o abastecimento é feito pelo próprio guincho que realiza a retirada do material da prateleira, aproveitando quando já faz a retirada e alocando o mesmo na serra. Com a realização deste corte nesta serra especial, é possível garantir uma precisão adequada para depois facilitar o processo de usinagem, pois com a precisão oferecida pouco material será preciso retirar no processo de acabamento da peça na hora de usinar.
- d) Programação da máquina: A programação da máquina para realizar a usinagem das peças, é realizada pelo operador especializado em programação, o qual leva em consideração o comprimento e o diâmetro que foram solicitados na OP. Além disso, também segue rigorosamente as especificações e tolerâncias e ajustes que foram solicitados pela engenharia.
- e) Furação da peça: Após, o furo da peça estar usinado inicia-se o processo de furação da peça, onde é realizado em outra máquina que garante precisão na hora de realizar o furo. Esta etapa não é tão complexa como a de usinagem da peça, mas não é menos importante, também deve-se cuidar rigorosamente o que é solicitado pela engenharia, afim de sempre garantir a qualidade das peças.

- f) Inspeção de qualidade: Após a peça estar completamente usinada, e feito a inspeção da qualidade, onde o inspetor avalia todos os parâmetros que podem implicar na hora de realizar a montagem nos equipamentos. Toda a peça passa pelo processo de conferência de medidas, avaliação das tolerâncias, tudo isso para garantir que o processo flua sem precisar pará-lo, visando identificar peças que estejam fora dos padrões especificados.
- g) Apontamento: Após feita a inspeção da qualidade e feito o apontamento das peças acabadas, onde as peças aprovadas são empilhadas e coladas duas etiquetas, uma contém a quantidade de peças, o peso e lote (expresso na OP), e a outra contém uma etiqueta de qualidade, para facilitar o pessoal na hora de realizar a montagem, afim de garantir que não seja pegado peças fora de padrão.
- h) Armazenamento: O término do ciclo produtivo e levar as peças para serem guardadas para serem usadas na sequência, de acordo com e necessidade.

5. Análise e discussão dos resultados

Nesta sessão apresentamos a análise e discussão dos resultados obtidos no referido estudo, mostrando as oito perdas identificadas no meio produtivo da empresa em estudo através da metodologia *lean*. Também são apontadas as possíveis melhorias que poderão ser feitas no setor em análise, garantindo assim mais eficiência para o processo e confiabilidade para o mesmo.

5.1. Análise das perdas ocorridas no processo

Os princípios da manufatura enxuta estabelecem que toda a cadeia do processo produtivo precisa alcançar baixo custo, por meio da eliminação de desperdícios. Neste sentido, o presente estudo concentrou esforços para identificar e classificar as perdas ocorridas na usinagem das buchas excêntricas, com o intuito de intervir e reduzir desperdícios. Com aplicação do questionário e as reuniões, as perdas identificadas foram registradas e classificadas, conforme elencado a seguir.

- a) Espera: Devido a falta de sincronismo entre as máquinas do processo, quando acaba uma etapa de transformação, para dar continuidade no trabalho a outra acaba tendo que ficar parada esperando;
- b) Movimentação: A falta de organização por parte dos colaboradores fez com que se perdesse um tempo considerável na procura por ferramentas, as quais não se

encontravam alocadas nas proximidades das máquinas e/ou não estavam adequadamente identificadas. Outro fator que contribuiu para que houvesse o excesso de movimentação, foi o fato de que a matéria-prima alocada próxima à máquina, era insuficiente, fazendo com que durante o processo, o colaborador tivesse que se dirigir até o depósito situado ao lado da empresa. Este fato se repetiu, em média, três vezes ao dia;

- c) Transporte: O layout não favorável acaba ajudando para que tenha espera no processo, outro fator e devido a existência de apenas um guincho hidráulico no setor de usinagem da empresa, a máquina que realiza todo o processo de usinagem das buchas acabou ficando parada, aguardando que o guincho fosse liberado, pois o mesmo estava em outra atividade o que acabou gerando gargalo na produção;
- d) Processo: Observou-se a ausência de padronização no trabalho realizado, bem como, a existência de equívocos que são registrados no comando numérico computadorizado (CNC), da máquina de usinagem;
- e) Estoque: Devido à falta de sincronismo entre as entradas e as saídas ao longo de todo o processo, ou seja, se produz mais do que necessário foi possível constatar o excesso de peças não acabadas no estoque. Conforme visualiza-se na Figura 4, muitas das buchas estão usinadas parcialmente, ou seja, falta trabalho a ser feito para ficarem prontas, isso acaba gerando um estoque alto de peças não acabadas;



Figura 4 – Estoque de peças não acabadas
Fonte: Elaborado pelos autores

- f) Produtos defeituosos: Com a falta de inspeções e falha ou não existência da manutenção preventiva das máquinas origina a produção de peças defeituosas, o que gerou retrabalhos e perda de eficiência do processo produtivo. Apesar de haver a possibilidade de recondicionamento de algumas destas peças, o custo é significativo para a empresa;
- g) Superprodução: Como não existe uma padronização no comprimento da peça, quando não há demanda, os colaboradores do PCP, programam a realização de usinagem de buchas de várias metragens, com objetivo de atingir o estoque mínimo. Entretanto, se esta programação não for corretamente estipulada e a demanda não ocorrer dentro do prazo previsto, uma superprodução pode ser gerada;
- h) Potencial Humano: A empresa acaba não dando voz aos funcionários para implementar melhorias no processo e reduzir os desperdícios.

5.2. Proposta de melhoria

Tendo por base os princípios da filosofia *lean manufacturing*, após a identificação e análise das perdas ocorridas no processo de usinagem de buchas excêntricas da empresa, elaborou-se então, uma proposta de melhorias no processo, a qual encontram-se descrita a seguir.

- a) Desperdícios por espera e por produtos defeituosos: Para esta situação a sugestão é que seja executado um plano de usinagem fazendo com que exista sincronismo entre as máquinas que realizam a usinagem, assim não será mais preciso uma ficar esperando a outra terminar a tarefa. Desta forma, irá garantir mais agilidade para o processo. Assim, paradas por espera seriam evitadas, bem como o número de peças defeituosas seria reduzido.
- b) Desperdícios por movimentação: baseando-se na metodologia 5S, foi proposto que os colaboradores fossem conscientizados da importância de se manter o setor produtivo organizado e de separar previamente os equipamentos e materiais necessários na execução das tarefas do dia. Na Figura 5, visualiza-se um modelo de armário que pode ser utilizado para armazenar equipamentos e ferramentas de usinagem de uso diário.



Figura 5 – Modelo de armário proposto
Fonte: Elaborado pelos autores

A inserção de um armário próximo ao local em que a tarefa precisa ser realizada, evitaria que os colaboradores se deslocassem para outro setor, em busca de ferramental. Embora as ações indicadas sejam simples, as mesmas contribuiriam para que houvesse organização no ambiente, para que o material necessário não faltasse durante o processo e também, para diminuir o trânsito desnecessário.

- c) Desperdícios por transporte: a proposta se baseia na realocação de um colaborador, o qual passaria a realizar a transferência da matéria-prima para que a mesma ficasse o mais próximo possível da máquina. Desta forma, seriam evitadas as paradas na produção devido à reposição inesperada de matéria-prima. Outra possibilidade estaria centrada na aquisição de mais um guincho hidráulico, o que evitaria algumas paradas não programadas devido à ineficiência do transporte.
- d) Desperdícios por processo: a sugestão é que os colaboradores responsáveis pela engenharia sejam encarregados de padronizar o processo de usinagem, deixando claro, qual é a forma com que as máquinas devem ser programadas. Assim, seriam evitados equívocos e interrupções, gerados pela incerteza de como o processo deve ser executado.
- e) Desperdícios por estoque e superprodução: se propõem que seja aplicada a filosofia *just in time*, na qual é produzida a quantidade certa, na hora certa. Desta forma, em momentos de baixa demanda, seria efetivada uma realocação de colaboradores para outras atividades, ao invés de trabalhar com demandas fictícias para manter os

colaboradores ocupados. Esta atitude evitaria estoques altos, gerados por superprodução.

- f) Desperdício do potencial Humano: se propõem que seja feito reuniões semanalmente ou mensalmente para ouvir o que os colaboradores tem a dizer sobre as medidas implantadas na empresa, quais as possíveis ideias com relação a melhorias a serem feitas. Esta atitude ira ajudar e muito a empresa na hora de tomar as decisões pois nada melhor que o pessoal que está ligado diretamente ao processo para auxiliar com ideias e sugestões.

6. Conclusões

O sistema *lean*, por intermédio de seus conceitos, cultura e ferramentas, permitiu que fossem identificadas e analisadas as falhas presentes no processo de usinagem de buchas excêntricas, em uma empresa do ramo metalmeccânico, de médio porte, localizada no Paraná. Ao todo, oito perdas foram detectadas, as quais comprometiam o fluxo do processo produtivo, provocavam gargalos e/ou retrabalho, peças defeituosas e movimentações desnecessárias.

Observou-se que a empresa em estudo não tinha conhecimento algum acerca da contextualização, dos princípios da produção enxuta. Porém, era claro para a empresa a importância estratégica de tais práticas e suas contribuições para a redução de custos e melhoria da qualidade dos produtos e processos. Com isso, o trabalho ajudou direcionando a empresa no que diz respeito a performance das práticas da produção enxuta se implantadas no processo, fazendo com que a mesma conheça onde deve-se realizar as melhorias para alcançar todos os benefícios que este modelo propõe.

Ao analisar as perdas identificadas, visualizaram-se oportunidades de melhorias, as quais foram estruturadas para que intervenções no processo de usinagem sejam feitas. Tais intervenções tiveram o intuito de reduzir desperdícios, aumentar o desempenho e a sincronização do processo, o que no futuro poderá gerar ganhos em eficiência operacional.

Este trabalho contribuiu para a prática do *lean manufacturing* na empresa em análise na medida em que ressalta a importância das ferramentas enxutas e os ganhos que as mesmas representam, se aplicadas corretamente.

Como trabalhos futuros, sugere-se a aplicação de outras ferramentas *lean* no processo produtivo de usinagem de buchas excêntricas para aprimorar a redução dos desperdícios e da maximização dos ganhos. Recomenda-se então a utilização da ferramenta *Single Minute*

Exchange of Die (SMED), para refinar os tempos de *setup* no processo estudado, aplicação do *Just-In-Time* para fazer com que a produção seja puxada e não empurrada, *Kanban* e o Mapeamento de fluxo de valor (VSM), para Melhor entender todo o processo e avaliar melhor as ações a serem tomadas.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, R. M., Barbosa, E. M., Santos, S. A. S. (2016). A metodologia enxuta e sua contribuição em uma instituição hospitalar. *Journal of Lean Systems*, Florianópolis, SC, 1 (3): 53-68.
- Benevides, G. Antonioli, P. D., & Argoud, A. R. T. T. (2013). A eficiência da gestão de estoques: Estudo sobre a aplicação do lean manufacturing. *Revista Tecnologia Aplicada*, 2 (2): 19-33.
- Carelli, F. P. L., Rodriguez, C. M. T., Rôa, L. M. (2016). Proposta de adequação do processo de inspeção com base nos conceitos do *lean manufacturing*: estudo de caso em um fabricante de equipamentos agrícolas. *Journal of Lean Systems*, Florianópolis, SC, 1(4): 66-86.
- Cusumano, M. A. (1994). *The limits of lean*. Sloan Management Review.
- Fullerton, R., Kennedy, R., Frances, A., Widener, S. K. (2016). Lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management accounting practices. *Journal of Operations Management*, 2014.
- Ferreira, C. C., Cetnarski, E. M., Saldanha, G. C., Costa, S. E. G. D., Lima, E. P. Consequências da implantação pontual de ferramentas Lean. *Journal of Lean Systems*, Florianópolis, SC, 1 (1): 51-66.
- Feld, W. M. (2000). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How To Use Them*. The St. Lucie Press, London.
- Gil, A. C. (2010). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Atlas.
- Graban, M. (2009). *Lean Hospitals: Improving Quality, Patient safety, and Employee satisfaction*. New York: Taylor & Francis Group.
- Ghinato, P. (2002). *Lições Práticas para a Implementação da Produção Enxuta*. EDUCS - Editora da Universidade de Caxias do Sul: Caxias do Sul.
- Hartman, B. (2015). *The Lean farm: How to minimize waste, increase efficiency, and maximize value and profits with less work*. White River Junction: Chelsea Green.
- Hines, P. H., Matthias; R. N. (2000). Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations and Production Management*, 24 (10): 994-1011.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean, A guide to implementation*. Lean Enterprise Research Center. Cardiff, UK.
- Jones, D., Womack, J. (2004). *Mapeamento do fluxo de valor estendido (Lean Institute Brasil)*. São Paulo.
- Liker, J. K., Meier, D. (2007). *O Modelo Toyota: Manual Aplicação*. Porto Alegre. Bookman.
- Liker, J. K. (2005). *O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman.
- Ludwig, J. P., Faiz, E. B., Scheifler, T., Dreger, A. A. (2016). Aplicação da metodologia Just in time para a redução de estoques em uma indústria do ramo moveleiro. *Journal of Lean Systems*, Florianópolis, SC, 1(2): 25-39.
- Miguel, P. A., C. Fleury, A. Mello, C. H. P., Nakano, D. N., Turrioni, J. B., Ho, L. L., Morabito, R., Martins, R. A., Pureza, V. (2010). *Metodologia de pesquisa em engenharia de gestão de operações*. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Mesquita, D. C. V., Mesquita, W. G., & Souza, L. R. S. (2014). Implementação do mapeamento de fluxo de valor de uma montadora de veículo denominada beta. *Exacta-EP*, 12 (2): 197-208.
- Moro, S. R., & Júnior, A. B. (2016). Uma revisão das abordagens para o desenvolvimento enxuto de produtos. *Journal of Lean Systems*, 1 (3): 91-105.

- Monden, Y. (1998). Toyota Production System: an integrated approach to Just-In-Time. *Engineering & Management Press*, Norcross, Georgia.
- Monden, Y. (2015). *Sistema Toyota de Produção: Uma abordagem integrada ao Just In Time*. Porto Alegre: Bookman.
- Mobley, R. K., Higgins, L. R., Wikoff, D. J. (2008). *Maintenance Engineering Handbook*, 7ed, McGrawHill. New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, San Juan, Seoul, Singapore, Sydney and Toronto. Printed by USA.
- Negrão, L. L. L., Monteiro, M. A. M., Ramos, M. O., Gonçalves, M. C., Dias, I. C. P. (2016). Avaliação da relação entre a importância e desempenho de práticas de *lean manufacturing* em um centro de distribuição. *Journal of Lean Systems*, Florianópolis, SC, 1 (4): 87-111.
- Nogueira, M. G. S., Saurin, T. A. (2008). Proposta de avaliação do nível de implementação de típicas práticas da produção enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico. *Produção Online*, 8.
- Nahmias, S. (2001). *Production and Operations Analysis*, Fourth Edition, *McGraw Hill*, New York.
- Ohno, T. (1997). *O sistema Toyota de produção – Além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman.
- Pletsch, G. B., Vieira, E. L. (2018). Proposta de implantação da filosofia Lean Manufacturing em uma empresa metalúrgica de médio porte através do Mapeamento do fluxo de valor. *Congresso sistemas lean*, Florianópolis, SC, 8 (1): 723-736.
- Pletsch, G. B., Pegoraro, M. (2018). A Manutenção Produtiva Total (TPM) como ferramenta para aumento de disponibilidade de máquina: estudo de caso em uma empresa metal mecânica do estado do Paraná. *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPRO*. Ponta Grossa, PR.
- Pires, M. R., Stringari, M. A., Silva, O., Silva, V. B. (2012). A implantação do Lean Manufacturing em pequenas empresas. *II Semana Internacional das Engenharias da FAHOR*. Horizontina- RS. Brasil, 22 a 26 de outubro.
- Senna, P., Cruz, C., Souza, A. L., Monteiro, D., Antunes, C. (2016). Avaliação da relação entre a importância e desempenho de práticas de *lean manufacturing* em um centro de distribuição. *Journal of Lean Systems*, Florianópolis, SC, 1 (2): 40-56.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2009). *Administração da produção*. 2 Ed. São Paulo: Atlas.
- Shingo, S. (1996). *O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de Produção*. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman.
- Salleh, N. A. M., Kasolang, S. Jaffar, A. (2012). Simulation of integrated total quality management (TQM) with lean manufacturing (LM) practices in forming process using Delmia Quest. *Procedia Engineering*, 41: 1702-1707.
- Tubino, D. F. (2015). *Manufatura Enxuta Como Estratégia De Produção: A Chave Para A Produtividade Industrial*. São Paulo: Atlas.
- Vieira, E. L., Pletsch, G. B. (2018). Estudo de caso para redução do tempo de setup de uma máquina de extração de óleo vegetal usando a ferramenta SMED. *Anais do XIV Encontro Mineiro de Engenharia de Produção – EMPRO*. Juiz de Fora, MG.
- Womack, J., Jones, D. T. (2004). *A mentalidade enxuta nas empresas (Lean Thinking)*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Anexo A – Questionário elaborado para melhoria no processo

Colaborador:

Cargo/Função:

1. De acordo com a função que o senhor exerce, qual o fator que mais agrega valor para o processo de produção?

2. Na sua opinião, qual atitude deveria ser tomada para melhorar o processo de produção?

3. Qual parte do processo o senhor acha que não agrega valor ao produto?

4. Na sua opinião, deveria ser incluída alguma etapa no processo produtivo? Qual?

5. Se a sua ideia fosse adotada no processo da empresa, a produção aumentaria?