

REDUÇÃO DE DESPÉRDÍCIOS NO FLUXO DE VALOR DE UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

REDUCTION OF WASTE IN THE VALUE FLOW IN A MECHANICAL METAL INDUSTRY

Grasielli Belloni de Sousa

Universidade Estadual de Maringá – Centro de Tecnologia – Departamento de Engenharia de
Produção - Maringá – Paraná.

*Autor para correspondência e-mail: grasiellibelloni@hotmail.com

Orientador: Edwin Vladimir Cardoza Galdamez.

Resumo

O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta usada pelas empresas, visando obter maior conhecimento sobre o fluxo de produção, visando diminuir o lead time, aumentar a produtividade e eliminar desperdícios por meio da separação de etapas que agregam ou não valor aos seus processos. O presente estudo consiste na aplicação de um mapeamento de fluxo de valor em uma indústria de grande porte do setor metal mecânico. Para a elaboração do presente trabalho adotou-se a metodologia de pesquisa ação, pois o pesquisador intervém no problema estudado, de forma colaborativa com os demais participantes. Para a criação do mapa de fluxo de valor escolheu-se mapear o processo de montagem da família de cintas circulares, uma vez que estas apresentavam o menor índice de produtividade em relação às demais famílias existentes no setor, uma média de 73 %. Após a escolha da família de produtos, foi elaborado um mapa de fluxo de valor no estado atual, identificaram-se as atividades que não agregavam valor, então se aplicou demais conceitos do lean manufacturing visando eliminar estas atividades e aperfeiçoar os processos como um todo. Posterior às modificações, foi elaborado um novo mapa de fluxo, calculado novamente o índice de produtividade, apresentando um valor médio de 98 %, de forma que se obteve um ganho de 34 % sobre o valor inicial.

Palavras chaves: *mapeamento de fluxo de valor, metal mecânico, linha de montagem.*

Abstract

The Value Stream Mapping is an appliance used by companies to gain greater insight into the production flow, objectifying to reduce the lead time, to increase the productivity and to eliminate waste by of separating steps that add or not add value to their processes. The present study consists in the application of a Value Stream Mapping in a large industry of the

metalworking sector. For the preparation of the present work, the action research methodology was adopted, once the researcher intervened in the problem studied, in a collaborative way with the other participants. In order to create the value stream mapping, it was decided to map the assembly process of the circular belt family, since it had the lowest productivity index in relation to the other families in the sector, an average of 73%. After choosing the product family, a value stream mapping was elaborated in the current state, the activities that didn't add value were identified, and then applied lean manufacturing concepts to eliminate these activities and optimize the processes as a whole. After the modifications, a new flow map was elaborated, again calculating the productivity index, presenting an average value of 98%, so that a gain of 34% on the initial value was obtained.

Keywords: *Value stream mapping; metalworking sector; assembly line*

1. Introdução

Devido ao aumento da concorrência com outros países, as indústrias brasileiras precisam competir em preço, com produtos vindos de nações onde o custo de produção é menor, e em qualidade, com países que possuem elevado nível tecnológico. As indústrias devem aplicar métodos que objetivem a diminuição dos custos, a criação de processos com mais eficiência e qualidade, eliminação dos desperdícios. (SALGADO *et all*, 2009).

O mapeamento do fluxo de valor consiste em uma técnica extremamente importante para o princípio *lean manufacturing*, pois permite que as organizações avaliem o fluxo de valor de seus procedimentos produtivos. Esta ferramenta pode ser utilizada como meio para a comunicação, projeto e gerenciamento das modificações, direcionando as deliberações das instituições com base no seu curso, permitindo lucros em qualidade e produtividade, tornando-se uma ferramenta essencial para a tomada de decisões assertivas, objetivando apoiar o ciclo de melhoria contínua (ELIAS; OLIVEIRA; TUBINO, 2011).

Com a necessidade de aumentar o índice de produtividade das linhas de montagem de uma indústria do setor metal mecânico e eliminar desperdícios, este estudo irá utilizar os conceitos provenientes da manufatura enxuta. Dentre as ferramentas presentes neste sistema, escolheu-se adotar a metodologia do mapeamento de fluxo de valor (MFV), pois, de acordo com Rother e Shook (2003), o MFV ajuda no entendimento e na visualização do fluxo de produção e de informações do ambiente fabril, permitindo a identificação de desperdícios e de formas para a implantação de um fluxo contínuo e um trabalho padronizado.

Com base nos índices de produtividade de cada setor da unidade fabril, a empresa detectou que o maior problema do último ano encontra-se no setor de montagem, uma vez que o mesmo apresenta índices de produtividade inferior aos demais setores. No entanto, a

empresa não obteve um diagnóstico exato de onde os problemas se encontram dentro do fluxo de produção. Com isso, desenvolveu-se um mapa de fluxo de valor para definir fontes de perdas existentes nos processos.

Para a aplicação do mapeamento, escolheu-se a família de produtos das cintas circulares, pois são os artigos com maior demanda anual (aproximadamente 44% da demanda total do setor) e com o menor índice de produtividade, apresentando um valor médio de 73%, sendo que a meta do setor é de um índice de, no mínimo, 75%.

O artigo tem como objetivo determinar e extinguir pratica que não acrescentam valor ao processo de montagem das cintas circulares por meio do mapeamento de fluxo de valor.

A partir da caracterização da pesquisa coletou-se informações referentes ao estado atual do processo, realizando o mapa de fluxo de valor de estado presente. Com o levantamento dos dados e maior entendimento do fluxo produtivo foram implantadas ferramentas da manufatura enxuta, visando o cancelamento de atividades que não agregam valor. Por fim, foi desenvolvido um mapa de fluxo futuro com todas as modificações necessárias e elaborou-se um plano de ação para aplicação da metodologia.

O presente trabalho está dividido em 5 seções. A seção 2 introduz conceitos bibliográficos sobre a temática. Na seção 3 se apresenta a metodologia de pesquisa adotada. A seção 4 traz o desenvolvimento do estudo, contendo uma caracterização sobre a empresa, a escolha da família de produtos, e os mapeamentos de fluxo de valor em estado presente e futuro. E na seção 5 tem-se a conclusão, contendo as considerações finais, as restrições encontradas durante a execução do mesmo e possibilidades de trabalhos futuros.

2. Revisão de literatura

2.1. *Lean Manufacturing*

O conceito de *lean manufacturing* surgiu com intuito de aperfeiçoar os processos e os métodos de sistemas produtivos através da supressão contínua dos desperdícios, de forma que o objetivo principal seja a ampliação da capacidade produtiva por intermédio da qualidade e flexibilidade de seus produtos e processos, buscando competir no mercado globalizado (NAZARENO; RENTES; SILVA, 2007).

Uma forma fácil de compreender os conceitos desenvolvidos no *lean manufacturing* é relacioná-lo com os dois métodos de produção utilizados anteriormente: os métodos de produção artesanal e os sistemas em massa. O sistema artesanal era composto por operários com qualificação, que utilizavam instrumentos flexíveis e de fácil manuseio, elaborando os produtos precisamente como era pedido pelos clientes, fazendo com que estes produtos possuíssem maior valor de compra e maior tempo para fabricação. Já na produção em massa, cada operador realiza apenas uma função, fazendo com que estes se tornem altamente especializados, que não exista grande flexibilidade na produção, e que os produtos tenham menor valor de compra (ELIAS; OLIVEIRA; TUBINO, 2011).

Os produtos provenientes dos sistemas de produção enxutos possuem vantagens tanto do sistema artesanal como do sistema em massa, pois no *lean manufacturing* os operadores são polivalentes, ou seja, estão aptos a realizar diversas funções nos processos, e seus equipamentos são flexíveis, podendo produzir vários tipos de peças na mesma máquina (ELIAS; OLIVEIRA; TUBINO, 2011).

De acordo com Liker (2007), no sistema Toyota de produção existe oito tipos de tarefas que não valorizam o produto, podendo ser identificados não somente em linhas de produção, mas também em escritórios, desenvolvimento de produtos e recebimento de pedidos. Estes desperdícios são: superprodução, espera, transporte ou movimentação desnecessária, super processamento, excesso de estoque, movimento desnecessário, defeitos e desperdícios de criatividade.

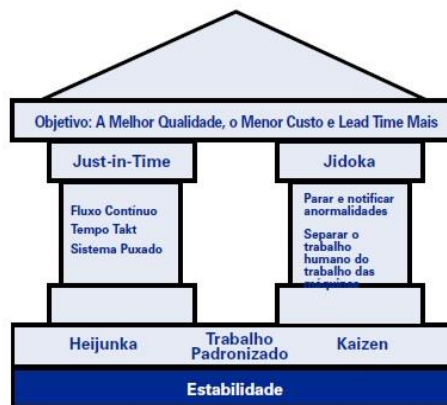
Com base em Werkema (2006) o *lean manufacturing* é constituído por cinco princípios fundamentais, sendo eles:

- a) Valor: é o que o cliente concorda em pagar, sendo determinado pelo mesmo de acordo com suas necessidades, cabendo à empresa atendê-las de forma que gere aumento na lucratividade por meio de melhoria contínua em seus processos;
- b) Fluxo de valor: consiste em analisar a cadeia produtiva, separando os processos em três categorias: primeiro os processos que efetivamente agregam valor ao produto, segundo têm-se processos que não agregam valor, no entanto são necessários para a realização das atividades, estes devem ser otimizados, e por fim, há processos que não geram valor e não são necessários, estes devem ser eliminados;
- c) Fluxo contínuo: incide na redução de tempos de processamento dos pedidos e na redução de estoques intermediários, garantindo ao processo capacidade de produzir e distribuir o produto rapidamente para cliente;

- d) Produção puxada: é método de fabricação no qual o consumidor é responsável por definir o ritmo de produção, extinguindo os estoques e garantindo o valor do produto.
- e) Perfeição: a busca pelo estado ideal é o que direciona as atitudes na empresa, uma vez que todos os envolvidos devem conhecer o processo como um todo, trabalhando para se criar valor ao produto;

Para Leite (2011) a metodologia *lean* apresenta vários conceitos presentes na cadeia de valor, sendo que para melhor entendimento destes conceitos foi elaborado um diagrama que relaciona as diversas ferramentas presentes nesta metodologia. A figura 1 ilustra este diagrama.

Figura 1 - Casa do STP



Fonte: www.lean.org.br

Os pilares do diagrama são constituídos pelos conceitos de *just in time* e *jidoka*, no entanto as ferramentas voltadas para a gestão e a melhoria contínua, garante a continuidade de organizações no sistema *lean*. As ferramentas são definidas a seguir.

2.1.1 *Just in time e jidoka*

O *just-in-time*, ou JIT, é uma forma de manufatura que tem como meta a eliminação de estoque nos processos. Para que isto ocorra é necessário ter o tipo de peças certas, com as quantidades certas, no local correto e com a qualidade desejada. Além de visar a eliminação de estoques, o JIT também tem como objetivo diminuir o custo de fabricação, aumentar a qualidade do produto e aumentar a eficiência das operações. Já o *jidoka* pode ser definido como uma evolução da automação, pois nela é indicado que um operador seja responsável por várias máquinas do ambiente fabril (BARTZ; WEISE; RUPPENTHAL, 2013).

2.1.2 Trabalho Padronizado

De acordo com Fazinga e Saffaro (2012), a ideia de padronização envolve a criação, comunicação e adesão de padrões de trabalho, ou seja, o estabelecimento de métodos específicos para executar determinada atividade, buscando sempre atingir uma meta. Dentro deste conceito é necessário obter a descrição detalhada de todas as etapas do processo produtivo, incluindo os recursos mínimos, tamanho dos lotes, tempo de processamento, condições sobre a área de trabalho, *layout*, tipo de matérias e especificações de qualidade para a criação do trabalho padronizado.

De acordo com Mariz e Pichi (2013), no processo de elaboração do trabalho padronizado, há três elementos que devem ser analisados: o *takt time*, a sequência de operações e o estoque padrão, sendo:

1. *Takt time*: é a taxa de produção de um item, sendo determinado pela divisão do tempo total disponível de produção por turno sobre a demanda do cliente. A equação 1 apresenta o modelo utilizado para o cálculo do *takt time*.

$$\textit{Takt time} = \frac{\textit{tempo de trabalho disponivel por turno}}{\textit{Demanda do cliente por turno}} \quad (1)$$

2. Sequência de operação: é a ordem de execução que os colaboradores devem realizar dentro do *takt time*.

3. Estoque padrão: refere-se a menor quantidade de estoque para manter o fluxo contínuo.

Ainda com base em Mariz e Pichi (2013), existem documentos que auxiliam na tomada de decisão, utilizados por engenheiros e supervisores no processo de melhoria continua. Entre eles estão:

- a) Folha de capacidade de produção: é um documento que demonstra a capacidade de fabricação de máquinas empregadas em certo processo, analisando aspectos como o tempo manual de processamento, o tempo de ciclo das máquinas e *setup*;
- b) Procedimento operacional padrão: é o documento com ilustrações de como os operadores devem realizar determinada atividade, contendo a sequência correta, o tempo de ciclo e fotos para ilustrar.

- c) Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado: é uma tabela que relaciona o tempo de trabalho manual com o tempo de caminhada de cada operário, relacionando ainda com o tempo de trabalho das máquinas;
- d) Folha de Estudo de Processo: é uma forma de documento que ajuda na coleta de tempos de um processo, identificando e cronometrando cada item de trabalho;
- e) Gráfico de Balanceamento do Operador (GBO): é um gráfico que demonstra o tempo de execução de cada atividade em sequência, sendo possível identificar se a produção está balanceada ou não, se está dentro do *takt time* e onde estão localizados os gargalos do processo;
- f) Diagrama de espaguete: é um método que demonstra a movimentação de um item ou de um colaborador dentro do ambiente fabril. (MARIZ;PICHI, 2013)

2.1.3 Gestão a vista

Segundo Souza *et al* (2014), o sistema de gestão a vista é uma forma de gerenciamento que preza pela comunicação entre a gerência e os operadores, deixando visível a todos os envolvidos no sistema produtivo informações sobre a fábrica, tais como, índices de produtividade, de rejeição, absenteísmo, melhorias feitas no setor naquele mês, entre outras. Este sistema propicia diversos benefícios, tais como aumento da criatividade e inovação, maior capacidade de aprendizado e melhoria na tomada de decisões.

Pacheco e Cremonese (2014) dizem que a finalidade de um sistema de gestão a vista é sintetizar as informações e agilizar a tomada de decisões na manufatura enxuta, pois permite que todos saibam do desempenho produtivo do setor. Tendo como objetivo principal facilitar o dia a dia no trabalho, através do desejo de realizar as atividades com mais qualidade e incentivando a maior participação de todos os funcionários, criando uma cultura voltada para a comunicação dentro das organizações.

2.1.4 Método 5S

O método 5S é uma das ferramentas do Sistema Toyota de Produção que surgiu no Japão depois da segunda guerra mundial, tendo como principio a incorporação dos sentidos de utilização, organização, limpeza, padronização e disciplina no ambiente corporativo (DAUCH; SILVA; JABOUR, 2016).

O senso de utilização atribui a organizar o que é usado, ou seja, dispensando o que não está mais sendo utilizado, fazendo com que o ambiente de trabalho esteja organizado e aumentando o espaço para objetos em uso. Já o conceito de organização tem como objetivo facilitar a localização dos itens, uma vez que cada objeto estará perto do posto de trabalho e em locais identificados. O senso de limpeza não se refere apenas a limpeza física dos ambientes, mas também ao controle de iluminação, ruídos, odores e vibrações (DAUCH; SILVA; JABOUR, 2016).

Para Greco *et al* (2012) o quarto senso, de padronização visa garantir condições de trabalho favoráveis ao operador, sendo resultante dos conceitos anteriores de utilização, organização e limpeza. E para que estes princípios sejam difundidos nas organizações é necessária à adoção do quinto senso, o de disciplina, garantindo o comprometimento de todos diante das melhorias.

2.1.5 Troca rápida de ferramentas

A metodologia de troca rápida de ferramentas (TRF), conhecida originalmente como SMED (Single Minute Exchange of Die) foi proposta por *Shigeo Shingo*, e expandiu-se nas organizações a partir da década de 1970. O conceito do TRF é utilizar o tempo mínimo necessário para realizar a mudança de alguma tarefa para outra, com base no tempo que a última peça conforme foi produzida até a primeira peça conforme do próximo lote ou pedido, dessa forma pode se definir que o propósito central do TRF é a diminuição do tempo de setup. (CALARGE, 2008).

Conceição *et all* (2009) afirma que os principais motivos para a redução do tempo de setup são:

1. Flexibilidade e redução de estoques: uma vez que o pequeno tempo de setup admite a realização de pequenos lotes, de forma que a fábrica consiga ofertar maior variedade de itens e em menores quantidades;
2. Diminuição dos gargalos nos processos: pois com um tempo de preparação das máquinas seja pequeno, a capacidade de utilização das mesmas e conseqüentemente a capacidade produtiva serão maiores;
3. Minimização dos custos: como o custo da produção é calculada com base no desempenho das máquinas, uma vez que estas estarão menos tempo ociosas, os custos de produção serão menores.

4. Através das melhorias citadas acima, as vantagens que a troca rápida de ferramentas proporciona são a capacidade de produzir lotes menores, diminuição do lead time, de estoques, de desperdícios e retrabalho, e aumento de fatores como a qualidade dos processos e produtos, aumento de produtividade, flexibilidade e disponibilidade dos equipamentos (CONCEIÇÃO, *et al.*, 2009).

Para Calarge (2008) a metodologia da troca rápida de ferramentas consiste em dividir o tempo de setup em duas categorias, o tempo de preparação externo (TPE) e o tempo de preparação interno (TPI). Sendo o TPE o tempo para a preparação das ferramentas que pode ser realizado com a máquina ligada, e o TPI como o tempo de preparação das ferramentas que só pode ser executado com a máquina desligada.

Durante a fase de execução, deve se dividir o TRF em quatro estágios. No primeiro faz uma filmagem do setup, sem diferenciar o que é externo do que é interno. Após a filmagem inicial realiza uma análise das imagens classificando qual pertence ao TPE e qual pertence ao TPI, depois da classificação deve se estudar formas para converter TPI em TPE, alguns métodos comumente usados são a adaptação do layout, treinamento dos operadores e uso de ferramentas adequadas, por fim deve se documentar as alterações para serem seguidas nas próximas paradas das máquinas (CALARGE, 2008).

2.2 Mapeamento de fluxo de valor

Um fluxo pode ser definido como o cumprimento de trabalhos durante a cadeia de valor. Dentro das instituições, existem dois tipos de fluxo: primeiramente o fluxo de projeto de produto, que envolve desde a criação até a apresentação de um produto, e o segundo fluxo como o de produção, que inclui o fluxo de material e de dados a partir da matéria-prima até o consumidor. (MOREIRA; FERNANDES, 2001).

O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta do sistema Toyota de produção que visa à identificação e eliminação de todas as praticas que não agregam valor ao produto. Para sua aplicação basicamente é necessário escolher uma família de produtos, desenhar o mapa de fluxo em seu estado atual, analisar as atividades que podem ser eliminadas, gerar um mapa de estado futuro e elaborar um plano de implantação. (FELIX, 2005)

Para Rother e Shook (2003) através do mapeamento de fluxo de valor é possível identificar os gargalos e os desperdícios na sua fonte atual, utilizando eventos *kaizens* pode se aumentar a produção, focando nos gargalos e reduzir os custos, focando nos desperdícios.

O objetivo de realizar uma análise de fluxo de valor é aperfeiçoar os procedimentos que agregam valor, eliminar as que não acrescentam e não são necessárias, e minimizar as tarefas que não adicionam valor porém são imprescindíveis. (ROTHER; SHOOKER, 2003).

Para definição de qual família de produtos, deve se considerar a demanda dos itens, peças que passam por processos semelhantes e usam equipamentos comuns e que possuem grau de complexidade simples. A próxima etapa após a escolha de itens é realizar o desenho do mapa em estado atual, levantando informações dos processos diretamente do chão de fábrica, é recomendado que primeiramente se fizesse o mapeamento utilizando apenas papel e lápis, pois dessa forma o entendimento do fluxo de processos será maior, e também surgirá a necessidade de informações adicionais. (ROTHER; SHOOKER, 2003).

Para a coleta de dados durante a elaboração do mapa atual, devem ser levantadas as seguintes informações:

- a) Tempo de ciclo (TC): é definido como a frequência que uma peça completa os processos, ou como o tempo que um colaborador irá levar para passar por todas as atividades sem repeti-las;
- b) Tempo de agregação de valor (TVA): é o tempo envolvido na transformação do produto, no qual o cliente está disposto a pagar;
- c) *Lead time*: tempo que um item leva para percorrer todo o fluxo de valor, do início até o fim dos processos. Para determinar este valor deve-se cronometrar a passagem de uma peça por todas as etapas do processamento, incluído o tempo em cada processo, o tempo em estoque, em espera e em movimentação.
- d) Tempo de troca de ferramentas: período em que ocorre os setups nas células. Geralmente ocorre entre a finalização de peças de um tipo e o início de produção de peças com outras características.
- e) Disponibilidade dos equipamentos: o tempo real que uma máquina consegue operar, sem necessidade de paradas para manutenção. Deve ser determinado com base nos históricos de manutenção da máquina registrados na fábrica.
- f) Tamanho dos lotes de produção;
- g) Número de operadores.

Segundo Santos, *et al* (2012) durante a fase de elaboração do mapa futuro deve se determinar a taxa de frequência com que um produto deverá sair, com base na demanda do cliente, deverá também analisar se o produto partirá para um supermercado de produtos

acabados ou imediatamente para a expedição, verificar aonde será permitido aplicar o fluxo contínuo, em qual local da cadeia de valor será realizada a programação da produção e quais as alterações devem ser feitas para se atingir o estado futuro.

A última etapa na confecção do mapa de fluxo de valor é a criação de um plano de ação para verificar como serão aplicadas as alterações identificadas durante as fases anteriores, quais ferramentas utilizar, quem será o responsável e qual a data final para realizar cada atividade. (ROTHER; SHOOKER, 2003).

3 Metodologia.

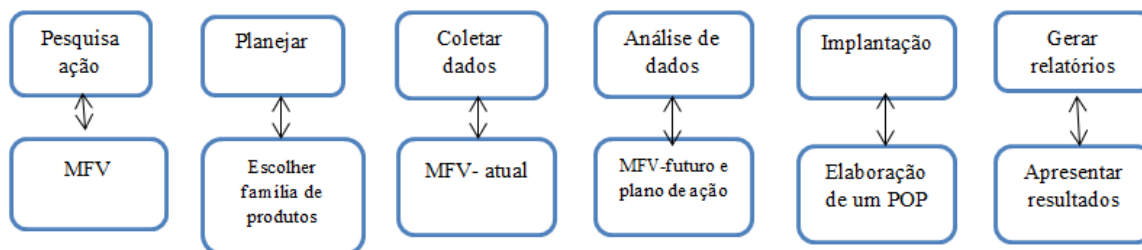
Para a realização do presente trabalho adotou-se a técnica de pesquisa ação, uma vez que neste tipo de pesquisa, o pesquisador intervém no problema estudado, de forma cooperativa com os demais participantes, visando resolver a questão e cooperar com o conhecimento. (MELLO *et al.* 2012).

Com base em Mello *et al.* (2012) a pesquisa ação pode ser dividida em cinco fases de implantação. Estas fases são: planejamento, coleta de dados, análise de dados e planejamento de ações, implantação das ações, avaliação dos resultados e geração de relatórios.

Para Rother e Shook (2012) as fases de elaboração do mapa de fluxo de valor são a definição da família de produtos a ser mapeada, elaboração do mapa de fluxo no estado atual, criação de mapa de fluxo em estado futuro e por fim um plano de ação para sua implementação.

Utilizando como base as duas metodologias citadas acima, foi elaborada uma relação entre o mapa de fluxo de valor e a pesquisa ação. A figura 2 apresenta esta relação.

Figura 2: Relação entre a pesquisa ação e o MFV



Fonte: Sousa (2017)

A fase de planejar a pesquisa é composta por determinar a estrutura teórica, escolher o local de análise e a forma de coleta de dados, e determinar o problema do estudo, podendo ser relacionada com a fase de escolha de família de produtos a ser mapeada.

Na etapa de coleta de dados o pesquisador se envolveu com o dia a dia dos processos, buscando maiores informações sobre o problema a ser resolvido. Estas informações são obtidas através de cronometragem dos tempos de operações, gravações de vídeos e entrevistas com os envolvidos, gerando assim o mapa de fluxo de valor no estado presente.

A terceira parte da pesquisa ação se deu pela análise de dados, objetivando a resolução do problema prático em estudo por meio da preparação de um plano de ação que inclui as indicações para a solução do problema, tal como quem são os responsáveis por sua aplicação. No caso do MFV esta etapa além do plano de ação também resulta no mapa de fluxo de valor no estado futuro.

Na fase de implantação foi colocada em prática às ações definidas pelo plano de ação através de testes pilotos, e elaborou-se um procedimento operacional padrão com os novos métodos para realizar os processos de produção. E por fim, foi gerado um relatório com todas as informações levantadas durante a pesquisa, assim como os resultados obtidos no final.

4 Resultados e Discussões

4.1 Caracterizações da empresa

A empresa que participa do trabalho é uma organização de grande porte, contendo 1891 colaboradores e com sede na cidade de Mandaguari PR. A organização está inserida nos setores de produtos elétricos, construção civil e metal mecânico, possuindo uma unidade fabril para transformadores elétricos e cabine primária para armazenamento de fios de energia, uma unidade para artefatos de concreto, e duas fábricas para ferragens eletrotécnicas.

O presente trabalho está sendo desenvolvido na unidade de ferragens eletrotécnicas II, mais precisamente no setor de montagem.

O setor consta com quinze células de montagem, sessenta e nove operadores no primeiro turno e com quarenta e seis no segundo turno.

A programação da produção é realizada de acordo com a previsão de demanda, sendo que todos os dias no início do turno são repassados para o setor quais itens estão com prioridade de montagem. Os produtos do setor são moldados nos setores de estamparia,

forjamento a frio, ou forjamentos a quente, dependendo do tipo de produto, e após isso passam pelo banho de zinco no setor de galvanização.

Após a montagem os lotes são encaminhados para o controle de qualidade para inspeção final e encaminhados para a expedição que finaliza a embalagem e envia com o caminhão da fábrica para a distribuidora da empresa, que encaminha para o cliente utilizando transportadoras terceirizadas.

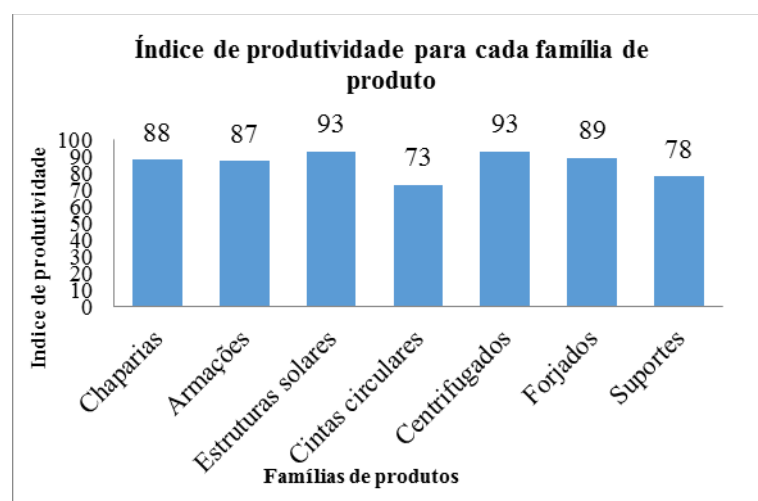
4.2 Determinações da família de produtos.

Para a escolha de qual família seria mapeada, o critério usado para priorizar os itens foi o índice de produtividade dos produtos montados no setor. Para o cálculo do índice de produtividade, utilizou-se a equação 2:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Quantidade de peças montadas (por turno)}}{\text{Homens} \times \text{horas (por turno)}} \quad (2)$$

Nesta equação considera-se a quantidade de peças que a linha é capaz de montar a cada turno, o número de funcionários envolvidos nos processos e tempo que os mesmos ficam na linha de montagem, também referente a cada turno. A unidade atualmente consta com sete famílias de produtos para montagem. A figura 3 apresenta um gráfico com o índice de produtividade de cada família. Para obtenção destes dados foi realizado análise de demanda dos valores correspondentes aos meses entre janeiro e maio de 2017, a quantidade de homens e horas por turno de cada família segue inalterada.

Figura 3 - Índices de produtividade de janeiro a maio de 2017.



Fonte: Sousa (2017)

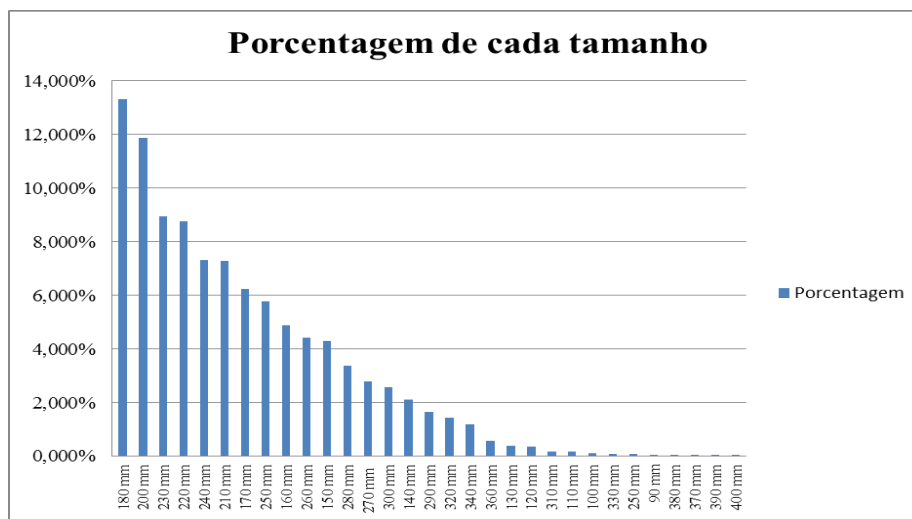
Para o caso das cintas circulares, foi considerado uma demanda média de 3200 unidade/turno, com o uso de 6 operadores. Os tempos de trabalho para cada turno são de 8

horas, no entanto para o cálculo da produtividade considerou-se o tempo de 7 horas e 20 minutos, pois os operadores levam em torno de 40 minutos para realizarem ginásticas, reuniões, entre outras atividades. Assim ficou-se o valor de 7.33 horas. Durante um turno de 8 horas. Gerando assim:

$$Produtividade = \frac{3200}{6 \times 7.33} = 73 \%$$

Analisando a figura 3, é perceptível que a família de cintas circulares possui o menor índice em relação às demais famílias de produtos. Estas peças possuem dimensão entre 90 mm a 400 mm, os componentes que integram as peças são os mesmos para todos os tamanhos. Considerando que a faixa de tamanho da família de cintas circulares é extensa, e que as mesmas são produzidas somente quando há pedidos, ficou inviável mapear todas as faixas de tamanho, assim analisou quais dimensões possui maior representatividade no setor. A figura 4 apresenta a porcentagem de cada item sobre o total produzido. O período considerado na análise foi entre janeiro e maio de 2017.

Figura 4 - Porcentagem dos itens por faixa de tamanho



Fonte: Sousa (2017)

Para a elaboração do mapa de fluxo no estado atual era necessário definir mais de uma faixa de tamanho, pois como as peças são montadas de acordo com a demanda dos clientes, escolher apenas um tamanho dificultaria a coleta de dados. Assim utilizando as figura 3 como base, foi identificada que as peças que possuem maior representatividade no setor estão entre as faixas de 150 mm a 230 mm, portanto são montadas com maior frequência em relação às

demais. Por esse motivo, os dados apresentados a seguir são referentes às cintas circulares de dimensões entre 150 mm a 230 mm.

4.3 Elaboração do MFV atual

Para a elaboração do mapa de fluxo de valor do estado atual, o processo de montagem das cintas circulares foi dividido em oito etapas, sendo realizadas por seis operadores, que se revezam entre as fases.

O fornecedor foi considerado como o setor da galvanização, pois é o setor que fornece as peças e os acessórios para a montagem. Foram identificados que os setores de controle de qualidade e expedição eram os clientes, pois todos os lotes montados se encaminham primeiramente para estas divisões para depois seguir ao cliente final.

Os estoques identificados antes do início do processo de montagem correspondem ao tempo que as peças esperam no pátio após serem galvanizadas, e ao tempo em que esperam no setor de montagem antes de irem para a linha de produção.

Os valores dos tempos de ciclos de cada processo, tempo de troca de ferramentas, tempos e quantidades dos estoques intermediários provém de uma média aritmética de dez medições, realizadas em dias diferentes, com equipes distintas, e dentro da faixa de tamanho de 150 mm a 230 mm.

Para o cálculo da disponibilidade foi considerado um turno de oito horas e foi subtraído o tempo que os operadores gastam com ginástica laboral, reuniões, limpeza das linhas de montagem, entre outros.

$$\text{Disponibilidade: Tempo por turno} - (R + GL + L + D)$$

Sendo:

R: reuniões

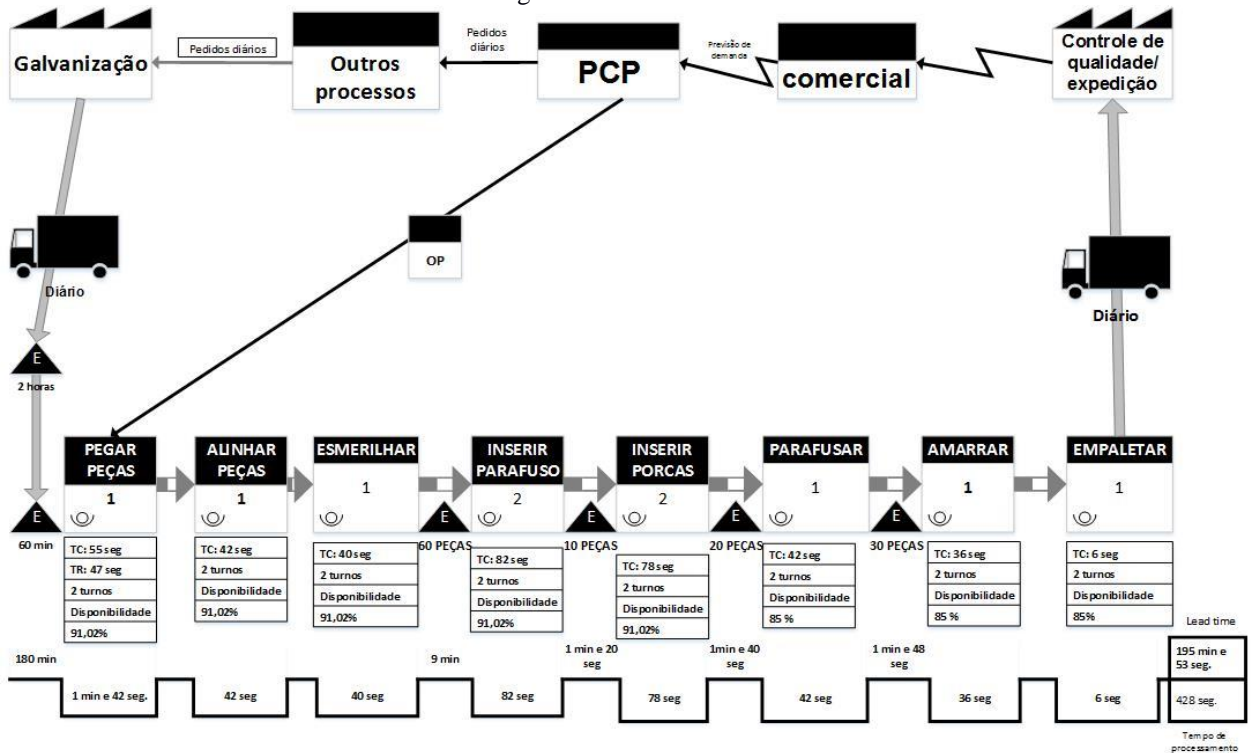
GL: ginastica laboral

L: limpeza das linhas de montagens

D: demais atividades.

Para a coleta de informações foram utilizados lápis, papel e um cronômetro. A figura 6 apresenta o MFV atual.

Figura 6- MFV atual



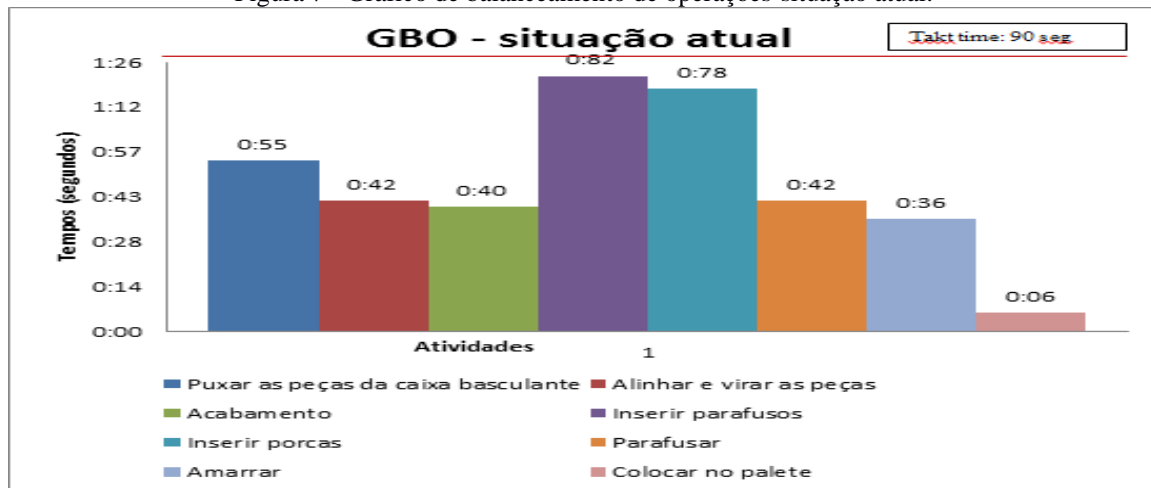
Fonte: Sousa (2017)

Os tempos de ciclos apresentados no MFV atual correspondem à produção de 10 peças, pois os operadores só passam os produtos para o próximo processo após a execução de um lote com 10 unidades. Os processos de amarrar e empaletar também só podem ser realizados com lotes de 10 peças, pois é um requisito do cliente final. A demanda média de produção por turno é de 3200 peças por dia, ou de 320 pacotes com 10 unidades, e um turno de 8 horas, ou 28.800 segundos. Portanto utilizando a equação 1 para o cálculo do takt-time, tem-se que:

$$Takt\ time = \frac{28800}{320} = 90\ segundos/pacote$$

Utilizando os tempos de ciclos presentes no MFV atual, foi elaborado um gráfico de balanceamento de operações para identificar quais os gargalos do processo de montagem. O gráfico é apresentado na figura 7.

Figura 7 - Gráfico de balanceamento de operações-situação atual.



Fonte: Sousa (2017)

Com base no gráfico de balanceamento de operações, foi possível identificar que todos os processos estão abaixo do valor do *takt time*, no entanto as etapas estão desbalanceadas, e os processos de inserção de parafusos e porcas são os gargalos da linha de montagem.

Com base nas observações *in loco* realizadas durante a fase de confecção do mapa de fluxo de valor no estado presente, foi possível elaborar um diagrama de *spaghetti* visando quantificar desperdícios de tempo, movimentação e transporte. A tabela 1 apresenta os dados coletados durante a confecção do diagrama.

Tabela 1: Dados obtidos com o diagrama de *spaghetti*

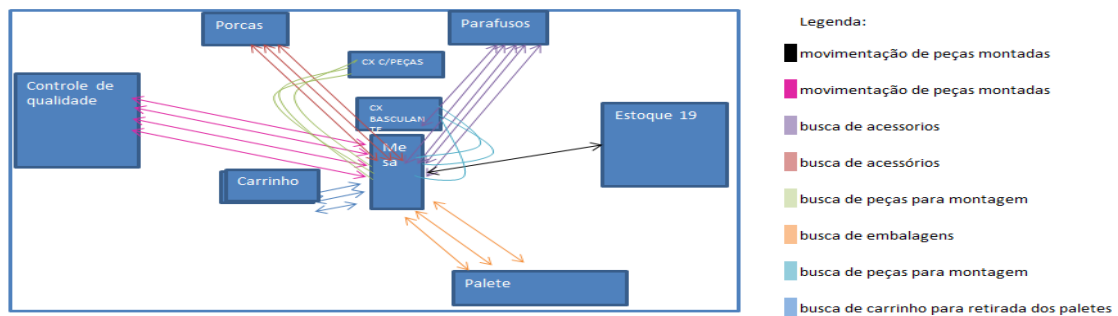
| Atividade | Número de ocorrências | Tempos (seg) | Distancia em m (ida e volta) |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------|------------------------------|
| Buscar porcas | 3 | 01:14 | 30 |
| | | 01:35 | 30 |
| | | 00:53 | 30 |
| Buscar parafusos | 5 | 01:25 | 22,4 |
| | | 01:16 | 22,4 |
| | | 00:55 | 22,4 |
| | | 02:38 | 22,4 |
| | | 01:47 | 22,4 |
| Levar palete no controle de qualidade | 4 | 01:30 | 42 |
| | | 01:36 | 42 |
| | | 02:16 | 42 |
| | | 01:55 | 42 |
| Puxar peças da caixa basculante | 3 | 00:40 | 6,8 |
| | | 01:03 | 6,8 |
| | | 00:20 | 6,8 |
| | | 00:34 | 6,8 |

| | | | |
|------------------------|----|----------|-------|
| | | 00:42 | 6,8 |
| Buscar palete | 3 | 00:31 | 16 |
| | | 00:48 | 16 |
| | | 00:31 | 16 |
| | | 00:31 | 16 |
| Buscar caixa com peças | 2 | 02:24 | 15,4 |
| | | 01:08 | 15,4 |
| Buscar carrino | 3 | 02:32 | 12 |
| | | 00:25 | 12 |
| | | 00:41 | 12 |
| Ir para o estoque 19 | 1 | 01:32 | 26 |
| Total: | 24 | 32:51:00 | 544,8 |

Fonte: Sousa (2017)

A figura 8 ilustra as movimentações dos operadores pelo setor de montagem.

Figura 8 - Diagrama de *spaghetti*



Fonte: Sousa (2017)

Para a criação do diagrama, o setor de montagem foi mapeado, identificando quais atividades os operadores exerciam além das suas funções no processo. Como o setor não possuía um sistema de reposição e retirada de peças, cabia aos operadores dos últimos processos buscarem os acessórios (porcas e parafusos), os paletes, pegar o carrinho hidráulico para a retirada dos paletes com peças montadas, buscar caixas com cintas circulares para a montagem, levar peças montadas no controle de qualidade ou no estoque 19 (estoque de lotes inacabados). Durante um período de cinco horas de observação, os operadores ficaram ausentes de suas funções durante 32 minutos e 51 segundos, e percorreram 544.8 metros pelo setor.

Outro fator analisado foi o ritmo de produção, para isso, utilizou-se um quadro de produção hora – hora. Nesta ferramenta os operadores são instruídos a anotar qual é a meta de produção por hora (determinada na ordem de produção), a quantidade de peças realizadas,

calcular a diferença entre a meta e o realizado, anotar qual é o produto, e qual é a ordem de produção correspondente, e se a diferença entre a meta e o realizado der um valor negativo, os colaboradores devem justificar o motivo, apontando problemas de qualidade, retrabalho, entre outros. O objetivo deste quadro além de relatar problemas, é acompanhar o fluxo de produção em tempo real. A figura 9 demonstra o modelo utilizado pelos operadores.

Figura 9 - Quadro de produção hora- hora

Quadro de Produção Hora-Hora

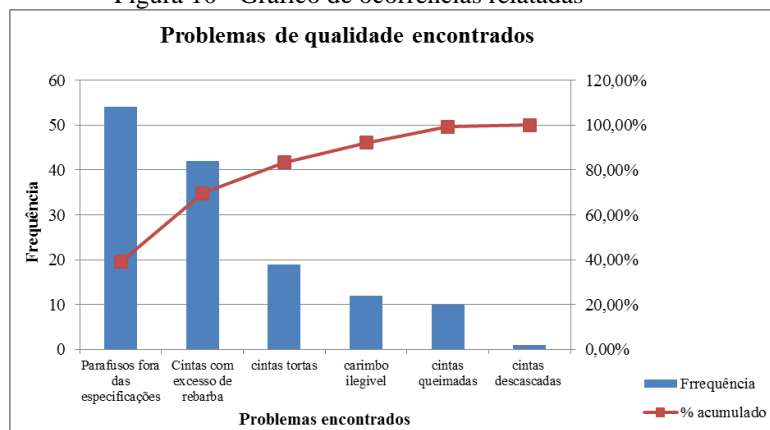
Data: ___/___/___ Mesa: ___ Turno: ___ Equipe: _____

| Horário | Meta | Real | Diferença | Produto | OP | Justificativa |
|---------|------|------|-----------|---------|----|---------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Fonte: Sousa (2017)

Com a implantação do quadro na linha de montagem de cintas circulares, foi possível identificar os principais problemas de qualidade presentes nas peças e nos acessórios deste item. O gráfico da figura 10 apresenta estes dados.

Figura 10 - Gráfico de ocorrências relatadas



Fonte: Sousa (2017)

Analisando o gráfico é possível identificar que os problemas com maior incidência são o excesso de rebarba nas peças e o excesso de zinco na rosca do parafuso. Ambas as ocorrências contribuem para o aumento do lead time, e para a geração de estoques intermediários, pois com se as peças chegam à linha com excesso de rebarba, as mesmas

permanecem por mais tempo no processo de acabamento, e se os parafusos estão com a camada de zinco acima da especificação, dificulta a inserção dos mesmos nas peças, fazendo com que a linha fique desbalanceada, gerando gargalos no fluxo de produção.

Outro fator que foi identificado durante a preparação do mapa de fluxo de valor no estado atual, foi à falta de treinamento dos operadores, uma vez que na linha de montagem não possuía uma equipe pré-definida para a execução das atividades, sendo muitas vezes executadas por colaboradores em fase de experiência ou emprestados de outros setores. A falta de prática nas atividades também acarreta num aumento no lead time, e gera retrabalhos desnecessários, para solucionar este problema foram realizados treinamentos com os colaboradores na linha de montagem, e após os treinamentos foi elaborada uma carta de versatilidade com os operadores que apresentaram maior aptidão para as tarefas, este funcionário fica registrado como o operador principal daquela função. A figura 11 apresenta a carta de versatilidade.

Figura 11 - Carta de versatilidade

Carta de Versatilidade – Cintas Circulares – 1º Turno

| Código | Alinhar peças e esmerilhar | Colocar parafusos | Inserir porcas e Parafusar | Amarrar | Empaletar | Abastecer |
|--------|----------------------------|-------------------|----------------------------|---------|-----------|-----------|
| OP1 | ■ | ■ | ■ | | | |
| OP2 | ■ | ■ | ■ | | | |
| OP3 | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| OP4 | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| OP5 | | | | | | ■ |

Especialista
 Operar
 Sim
 Outros

Fonte: Sousa (2017)

Nesta carta estão contidas as atividades que são realizadas na linha, assim como quem é operador com maior aptidão para determinada função, se este pode realizar outras atividades na montagem das peças e seu nível de desempenho em cada tarefa. Estas informações ficam visíveis aos gestores. Com a carta também foi possível registrar quem são os funcionários que estão aptos a substituir o operador principal, caso este precise se ausentarem da linha de montagem, estes dados ficam armazenados no sistema da empresa.

Com a elaboração do mapa de fluxo de valor em estado atual e as aplicações das ferramentas quadro de produção hora-hora e diagrama de *spaghetti*, foi elaborado um quadro

contendo os desperdícios identificados nos processos. O quadro 1 apresenta estas informações

Quadro 1- Desperdícios identificados

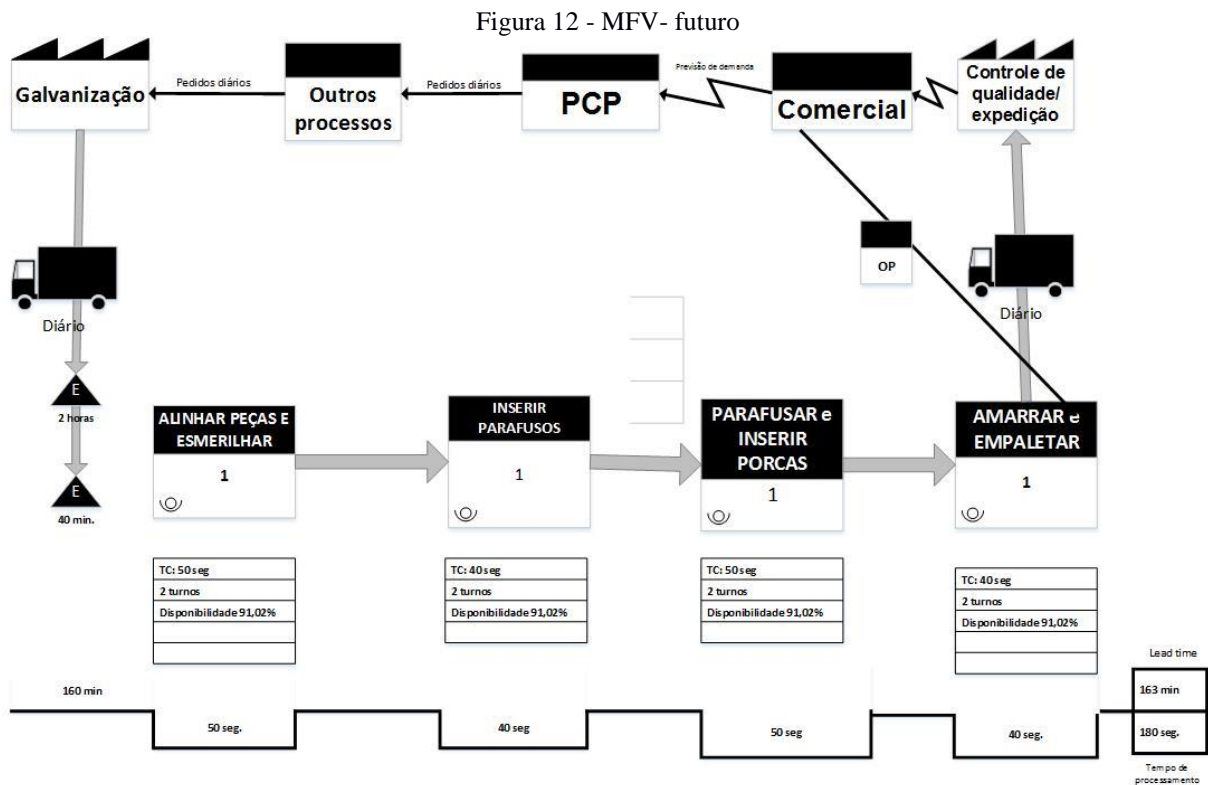
| | |
|--|--|
| Distancia gasta com movimentação desnecessária | 544, 8 metros |
| Tempo gasto com excesso de movimentação | 32 minutos e 51 segundos em um turno de 8 horas. |
| Tempo de 10 peças em estoque intermediários | 13 min e 48 segundos |

Fonte: Sousa (2017)

A falta de treinamento para executar as atividades por parte dos operadores também é considerada um desperdício, no entanto não foi possível quantificá-la.

4.4 Elaboração do MFV futuro.

Analisando o mapa de fluxo de valor do estado atual, o quadro de produção hora-hora e o gráfico de balanceamento de operações foi identificada a necessidade de eliminar os estoques intermediários, diminuir o *lead time*, criar uma padronização das operações e dos operadores, e monitorar os problemas de qualidade registrados no quadro de produção hora-hora. Com o auxílio do diagrama de *spaghetti* também se notou a importância de elaborar um sistema de reposição e retirada de peças, visando aumentar a disponibilidade dos operadores e reduzir desperdícios com movimentação excessiva. A figura 12 apresenta o mapa de fluxo de valor no estado futuro.



Fonte: Sousa (2017)

Assim, para a construção da situação futura foram adotadas as seguintes medidas:

- Preservação do tamanho do lote em 10 unidades, uma vez que, a última etapa (empaletar), por requisito do cliente, exige a formação de 10 peças em um lote.

- Adoção do fluxo contínuo, visando à redução dos estoques intermediários, pois na situação anterior encontrava-se em quatro locais ao longo do processo, e na situação futura restringiu-se a utilização de um supermercado entre os processos.

- Diminuição no número de operadores e agrupamento de processos. Anteriormente, eram seis operadores que se dividiam em oito etapas. Na situação futura são quatro operadores para quatro processos.

- Criação de um sistema de reposição e retiradas de peças. Como mencionado anteriormente, os colaboradores responsáveis por realizar as funções de parafusar, empaletar e amarrar, realizavam a reposição e retirada de peças e acessórios da linha de montagem. Na situação futura foi designado um operador responsável por realizar somente estas atividades.

- Criação de um novo procedimento operacional padrão e um novo layout na linha de produção. Os mesmos encontram-se em anexo.

-Adoção da carta de versatilidade, para auxiliar no gerenciamento de pessoas na linha de montagem, pois após a elaboração da carta, ficou proibida a alocação de operadores que não possuem treinamento nesta linha.

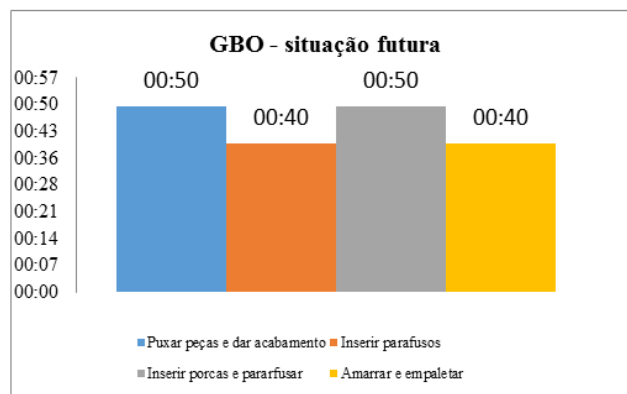
Monitoramento dos problemas de qualidade relatados no quadro de produção hora-hora. Estas informações estão sendo repassados todos os meses para os coordenadores das áreas de estamparia, forjamento e galvanização, pois são as áreas que geram os problemas relatados. Fazendo isso se instrui as áreas a tomar as devidas providencias para diminuir os problemas, de forma que os mesmo não afetem o fluxo de produção da linha de montagem.

Com a realização das mudanças mencionadas acima, aumentou-se a demanda média por turno de 3200 peças para 3600 peças. Realizando o calculo do *takt time*, teve-se que, 3600 peças correspondem a 360 pacotes. De forma que o *takt time* ficou em 80 segundos. O calculo está exemplificado abaixo:

$$Takt\ time: \frac{28800}{360} = 80\ pacotes/segundos$$

Com base no mapeamento de fluxo de valor futuro, elaborou-se o gráfico de balanceamento de linha, contida na figura 13.

Figura 13 – Gráfico de balanceamento de operações – estado futuro



Fonte: Sousa (2017)

Analisando o gráfico contido na figura 13 e o MFV futuro é perceptível que houve redução dos estoques em processo, pois na situação anterior encontrava-se em quatro locais da linha de montagem, na situação atual está localizado em apenas um ponto do processo. Também é possível identificar que os tempos de processamento estão mais balanceados, de forma que nenhum dos tempos de ciclo ultrapassa o *takt time* de 80 segundos, determinado

anteriormente, fazendo com que a linha de produção possa aumentar a demanda média por turno, pois os processos são capazes de suportar o acréscimo de produção. No caso do setor optar por permanecer com a mesma demanda, poderá ser feita uma realocação de operadores em outras linhas de montagem.

Utilizando também o MFV e o gráfico de balanceamento, dimensionou-se a quantidade de peças para o supermercado de produtos entre os processos de inserção de parafusos e de porcas. Foi considerado que o processo de inserção de parafusos leva 40 segundos para a montagem de um lote com 10 unidades das peças, já o próximo processo leva 50 segundos para a montagem do mesmo lote de 10 unidades, no entanto os operadores da linha disponibilizam as peças, somente com as 10 unidades finalizadas, de forma que no supermercado haverá 10 unidades durante 10 segundos, a partir do segundo ciclo de produção.

Com o acréscimo da demanda de 3200 peças para 3600 peças, e a redução de 6 operadores para 5 (4 montadores e 1 abastecedor), obteve-se um novo índice de produtividade. Para o cálculo da mesma foi utilizada a equação x e um turno de 8 horas de trabalho.

$$Produtividade = \frac{3600}{5 \times 7.33} = 98 \%$$

Comparando os índices de produtividade inicial de 73 % e o final de 98%, foi calculado o ganho com base na equação abaixo:

$$Ganho \ de \ produtividade = \frac{Produtividade \ final - produtividade \ inicial}{produtividade \ inicial} \times 100$$

Substituindo os valores na equação, teve-se um ganho de aproximadamente 34%.

Para melhor entendimento sobre os ganhos obtidos com a execução do presente trabalho, foi elaborado um quadro contendo um comparativo dos cenários antes e depois das modificações. A tabela dois apresenta este comparativo.

Tabela 2 - Comparativo antes x depois

| Indicador | Antes | Depois | Ganho |
|-------------------------|--------------------|----------|-------|
| Índice de produtividade | 73 % | 98 % | 34 % |
| Lead time | 195 min. e 53 seg. | 163 min. | 17% |

| | | | |
|------------------------|----------|----------|------|
| Tempo em processamento | 381 seg. | 180 seg. | 47 % |
| Número de operadores | 6 | 5 | 17% |

Fonte: Sousa (2017)

Observando o quadro é notório que o maior ganho foi em relação ao tempo de processamento, uma vez se reduziu em quase metade o tempo para montar um lote com 10 unidades do produto.

5. Conclusão

O presente trabalho iniciou-se com a finalidade de utilizar os conceitos do *lean manufacturing* em uma linha de produção de uma indústria do setor metal mecânico, visando aumentar o índice de produtividade da família de cintas circulares, por meio da eliminação de etapas que não agregavam valor ao processo. Para isso foi realizado a princípio uma fundamentação teórica a respeito das ferramentas presentes no sistema *lean*, após a fase de estudos sobre os conceitos, foi identificada que a metodologia de pesquisa apropriada para este trabalho, se caracterizava como pesquisa ação, uma vez que o pesquisador intervém nos resultados, colaborando com os demais integrantes da equipe.

Com base na metodologia adotada e nas etapas necessárias para a criação do mapa de fluxo de valor. O primeiro passo caracterizou-se pela escolha da família de produtos, sendo determinada com base no índice de produtividade do setor, uma vez que a mesma apresentava um índice de 73 % ficando abaixo da meta do setor correspondente a 75 %.

Com a aplicação das ferramentas de mapeamento de fluxo de valor, diagrama de spaghetti, quadro de produção hora-hora e a elaboração da carta de versatilidade, conseguiu-se aumentar a demanda das peças, diminuir o número de operadores e otimizar os processos, gerando um novo índice de produtividade de 98 %, proporcionando um ganho de 34 % de produtividade sobre o estado inicial do trabalho.

Também identificou-se a necessidade de melhorias em demais setores da unidade fabril, como por exemplo o PCP, controle de qualidade, segurança do trabalho e os demais setores de fabricação (forjamento, estamparia e galvanização). Devido ao tempo de execução do trabalho não foi possível um estudo mais aprofundado para os mesmos, no entanto está sendo propostas melhorias cabíveis aos problemas.

Para o PCP é recomendado realizar uma programação da produção com base na demanda de uma determinada faixa de tamanho, e não pela ordem que os pedidos são realizados, como é feito atualmente. A respeito do controle de qualidade deve-se criar um sistema de inspeção das peças quando as mesmas se encontram no estoque localizado antes da linha de montagem, de forma que se as peças não está dentro das especificações do cliente as mesmas são devolvidas ao processo de origem, pois atualmente as peças são inspecionadas já na linha de montagem.

Sobre questões de segurança do trabalho e ergonomia, a empresa cumpre todas as recomendações legais, fica sugerida apenas a inclusão de máscaras respiratórias como EPIs obrigatórios para os operadores, pois os mesmos possuem contato direto com spray de zinco. Os demais setores fabris devem aplicar ferramentas que visem identificar o que está gerando os problemas relatados pela montagem.

Dentro da execução deste trabalho, houve limitações quanto ao uso de tecnologias nos processos, uma vez que a montagem de peças é realizada de forma totalmente manual, não foi possível realizar testes com equipamentos específicos para a montagem das cintas circulares. Apesar deste fato, o trabalho foi concluído com êxito, cumprindo os objetivos propostos no início do estudo, de forma que o trabalho está sendo replicado nas famílias de suportes e armações, presente também no setor de montagem.

6. Referências

- BARTZ, A.P.B; WEISE, A.P; RUPPENTHAL, J.E. **Application of lean manufacturing in an industry of agricultural equipments.** Ingeriare, v. 12, n.1, 2013
- CALARGE, A. F. **Troca Rápida de Ferramentas: estudo de casos em diferentes segmentos industriais.** Exacta, v. 6, n. 2, 2008.
- CREMONESE, M.S.; PACHECO, D.A.J. **Abordagem para implantação integrada da padronização e da gestão à vista na indústria.** Geintec,2014.
- CONCEIÇÃO, S. V., et al. **Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura contratada.** Gestão & Produção, v. 16, n. 3, p. 357-369, 2009
- DAUCH, K.A.;SILVA, J.E.A.R; JABBOUR, A.B.L.S. **Avaliação da implantação da metodologia 5S em uma empresa manufatureira: análise de etapas, benefícios e barreiras.** Exacta, v. 14, n. 2, p. 285-302, 2016
- ELIAS,S.J.B.OLIVEIRA, M.M.; TUBINO D. F. **Mapeamento do Fluxo de Valor: Um Estudo de Caso em uma Indústria de Gesso.** Gestão estratégica, v.1, n.1, 2011.

FAZINGA, W. R.; SAFFARO, F. A. **Identificação dos elementos do trabalho padronizado na construção civil.** Ambiente Construído, v. 12, n. 3, p. 27-44, 2012.

FELIX, F.C.A.G. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implantação da produção enxuta na fabricação de fios de cobre.** 2005 107 f. Dissertação (mestrado em engenharia de produção)- UFPE, Recife, 2005.

GRECO, R. M. et al. **A organização do ambiente de trabalho com o método 5S—cuidando da saúde do trabalhador.** Revista Ciência em Extensão, v. 8, n. 3, p. 303-307, 2012.

LEITE, T.S.M. **Implementar conceitos de produção Lean numa linha de montagem de componentes eléctricos.** Dissertação (mestrado em engenharia e gestão insutrial) Universidade do Minho, 2011.

LIKER, J.K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão da maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2007.

MARIZ, R. N.; PICHI, F.A. **Método para aplicação do trabalho padronizado.** Ambiente Construído, 2013.

MELLO, C.H.P.; TURRIONI, J.B.; XAVIER, A.F.; CAMPOS, D.F. **Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução.** Produção, v. 22, n. 1, p. 1-13, 2012

MOREIRA, M.P.; FERNANDES, F.C.F. **Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso.** ENEGEP: São Carlos, 2001.

NAZARENO, R. R.; RENTES, A. F.; SILVA, A.L. da. **Implantando técnicas e conceitos da produção enxuta integradas à dimensão de análise de custos.** São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos–USP, 2007.

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

SALGADO, E.G., et al. **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos.** São Carlos: Gestão e Produção-UFSCAR, 2009.

SANTOS, L.C., GOHR, C.F.; SANTOS, E.J. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implantação da produção enxuta na fabricação de fios de cobre.** Ponta Grossa-UTFPR: Revista Gestão Industrial, 2012.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** Florianópolis, 2005. 139 p. Disponível em: <<http://moodlep.uem.br/mod/resource/view.php?id=2394>>. Acesso em 20 maio de 2017.

SOUZA, R. P. et al. **Avaliação e monitoramento de processos de produção utilizando recurso da gestão à vista em uma grande indústria do setor têxtil no Estado do Rio Grande do Norte.** RAI Revista de Administração e Inovação, v. 11, n. 1, p. 162-180, 2014.

WERKEMA, C. Lean Seis Sigma - Introdução às ferramentas do lean manufacturing.
Belo Horizonte: Editora Werkema, 2006.