

MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALMECÂNICA

Egon Fernando Kondlatsch (UDESC) egonfernando@gmail.com

Claudio Decker Junior (UDESC) claudiodecker@gmail.com

Carla Roberta Pereira (UDESC) carla.pereira@udesc.br

Danielle Bond (UDESC) danielle.bond@udesc.br

Luciana Rosa Leite (UDESC) luciana.leite@udesc.br

Resumo:

Considerando o intenso cenário de mudança no mercado brasileiro dos últimos anos e o constante esforço por parte das empresas para se manterem competitivas, destaca-se a necessidade de buscar ferramentas que possam auxiliar tais empresas na redução dos custos da área de manufatura. O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) atua como uma ferramenta que auxilia a visualização dos processos como um todo e, também, na identificação de desperdícios. Neste contexto, essa ferramenta se torna importante para auxiliar as propostas de melhorias com o objetivo de reduzir custos e melhorar o *lead time* de produção. O objetivo proposto para o presente trabalho foi propor melhorias no processo de produção de uma empresa fabricante de máquinas para a indústria alimentícia, a partir da utilização da ferramenta MFV. De caráter descritivo, a presente pesquisa utiliza o método de estudo de caso para melhor entender os processos produtivos de uma família de produtos, por meio do Mapeamento do Fluxo de Valor. Os resultados obtidos com esta pesquisa foram relacionados com a identificação dos desperdícios dentro da área produtiva. Dentre eles estão presentes os desperdícios de estoques, que quando eliminados contribuem para uma redução significativa no *lead time*. A aplicação da ferramenta, ainda, permitiu identificar a atividade de preparação que não agregava valor ao fluxo do processo e pôde ser eliminada.

Palavras chave: Mapeamento do fluxo de valor. *Lean Manufacturing*. Desperdícios.

VALUE STREAM MAPPING: A CASE STUDY IN A METAL-MECHANICAL INDUSTRY

Abstract

Considering the intense scenario of change in the Brazilian market in the last years and the constant effort on the part of the companies to remain competitive in the market, there is a need to look for tools that can help these organizations in the reduction of the costs in the area of manufacture. Value Stream Mapping (VSM) acts as a tool that helps to visualize the processes as a whole and also to identify the wastes. In this context, this tool becomes important to aid in proposals for improvements in order to reduce costs and improve production lead time. The objective of this work was to propose improvements in the production process of a machine manufacturer for the food industry, using the VSM tool. In a descriptive character, the present research uses the case study method to better understand the productive processes of a family of products, by means of Value Stream Mapping. The results obtained with this research were related to the identification of the wastes within the productive area. Among them are the inventory wastes, which when eliminated led to a significant reduction in lead time. The application of the tool also allowed to identify the preparation activity that did not add value to the process flow and could be eliminated.

Key-words: value stream mapping, *Lean Manufacturing*, waste.

1. Introdução

Segundo uma pesquisa realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no mês de abril de 2017, a produção física da indústria brasileira teve um decréscimo acumulativo de 0,7% nos primeiros quatro meses de 2017, mesmo com o aumento de 0,6% em abril com relação ao mês anterior. Esse cenário de incertezas reforça a importância das empresas buscarem novas formas para reduzir os seus custos a partir da eliminação de desperdícios em seus processos produtivos.

Tendo em vista esse cenário, é essencial que a empresa busque o seu lucro, tentando ao máximo não passar esse custo adicional ao cliente, já que é o mesmo quem dita os preços do mercado. Nesse contexto, a busca pela eliminação dos desperdícios e, consequentemente, a redução de custos é fundamental para a sobrevivência da empresa perante o mercado concorrente. Sendo assim, de acordo com Cirino *et al.* (2013), as organizações estabelecem novos processos de estruturação no que diz respeito às suas práticas de gestão, principalmente nas suas linhas de produção, que são os principais fatores que compõem os custos do produto.

O Mapeamento do Fluxo de Valor ajuda na visualização da cadeia produtiva de um produto como um todo, favorecendo a identificação das fontes de desperdícios nos processos e possibilitando a proposição de melhorias. Além disso, favorece a alta administração o conhecimento da real capacidade produtiva da fábrica, do *lead time* e da otimização do fluxo dos processos.

Diante deste contexto, questiona-se: como podem ser visualizadas e propostas melhorias no processo produtivo de uma empresa do ramo de máquinas para a indústria alimentícia? Por hipótese, se a empresa aplicar o mapeamento do fluxo de valor nos seus processos, então será possível a identificação de pontos de melhoria por meio da visualização e entendimento do processo em estudo como um todo.

Partindo dessas premissas, o objetivo geral deste estudo é propor melhorias no processo de produção de uma empresa fabricante de máquinas para a indústria alimentícia a partir da utilização da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

De acordo com conclusões de Rosa (2008), com a aplicação do MFV foi possível obter diversos ganhos para a empresa com investimentos reduzidos. O mesmo destaca a importância dessa ferramenta para que a ineficiência dos processos não seja repassada aos clientes. Esse fato também foi constatado nas conclusões de Breitenbach (2013), onde destaca a importância da ferramenta MFV para identificação e compreensão das fontes de desperdícios, e por consequência da aplicação de tal ferramenta, tem como resultado a redução do *lead time*, melhora na qualidade, redução nos custos dos produtos e maior agregação de valor para o cliente.

Diante destas justificativas, observa-se a importância da aplicação do MFV para a busca de melhorias nos processos de fabricação com a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto. Portanto, tendo em vista que em um cenário de alta competitividade entre as empresas, a eliminação de desperdícios é de suma importância para a sobrevivência da empresa, já que possibilita manter menores custos na fabricação e, consequentemente, aumento do lucro.

2. Fundamentação Teórica

O Sistema Toyota de Produção, também conhecido como manufatura enxuta, está apoiado em dois pilares fundamentais: *Just in Time* (JIT) e *Jidoka* (ou autonomação). Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), *Just in Time* é a movimentação rápida e coordenada de componentes no sistema de produção para atender a demanda do cliente, produzindo os produtos no momento em que são necessários, evitando produzir antes para não gerar estoque; tudo isso com qualidade perfeita e sem desperdícios. O JIT propõe que só se deve produzir os itens necessários para suprir os processos subsequentes. Já o segundo pilar, *Jidoka*, faculta ao operador ou a máquina a autonomia para parar quando em presença de alguma inconformidade ou anormalidade. O objetivo é evitar que produtos com defeitos sejam produzidos em grande quantidade sem que haja a detecção do operador ou da máquina. Para evitar tal inconformidade, a autonomação é um conceito relacionado a máquinas automatizadas com toque humano (sistema de parada), em caso de não conformidade (OHNO, 1997).

O pensamento enxuto, ou *Lean Thinking* como também é conhecido, é um meio de pensar em melhorias a partir da identificação do que é valor para o cliente e com base nisso buscar eliminar os desperdícios nos processos produtivos; ou seja, eliminar aquelas atividades que não agregam valor ao produto final. O *Lean thinking* é norteado por cinco princípios: especificação do valor, fluxo de valor, fluxo, produção puxada e a perfeição. Esse valor só pode ser definido pelo cliente final e só é significativo quando expresso em termos de um produto específico que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico (WOMACK; JONES, 2004).

Buscando uma maior produtividade, Taichii Ohno identificou e categorizou os sete tipos de desperdício presentes nas linhas de produção, são eles: desperdício de superprodução, desperdício de tempo disponível (espera), desperdício em transporte, desperdício do processamento em si, desperdício de estoque disponível, desperdício de movimento e desperdício de produzir produtos defeituosos (defeitos). Para Ohno (1997), a identificação completa dos desperdícios é o primeiro passo para a aplicação do Sistema Toyota de Produção e, com a eliminação desses, é possível aumentar a eficiência de operação. Embora Ohno (1997) não tenha evidenciado, atualmente pode-se destacar um oitavo desperdício: o conhecimento sem ligação. Segundo Dennis (2007), esse desperdício existe quando não há comunicação dentro da empresa ou entre a empresa e seus clientes e fornecedores. Essa falta de comunicação inibe o fluxo de conhecimento, ideias e criatividade, gerando frustração e oportunidades perdidas.

2.1 Mapeamento do fluxo de valor (MFV)

O MFV é uma ferramenta que permite enxergar todo o fluxo de valor do produto, identificando todas as atividades necessárias no processo produtivo que são responsáveis por levar o produto até o cliente, desde o pedido à entrega, sendo elas as etapas envolvidas nos fluxos de material e de informação. Esse fluxo de material compreende as etapas em que os produtos passam e o fluxo de informação esta relacionada com as informações passadas para cada processo que dizem respeito ao que fabricar ou o que fazer. Esses fluxos podem ser abordados “porta-a-porta”, que conforme Rother e Shook (2003) cobre o fluxo de produção dentro da planta, incluindo à entrega para a planta do cliente e a chegada de partes e materiais comprados.

Através da análise do mapeamento é possível identificar quais são as etapas que agregam e que não agregam valor ao produto, e ainda, visualizar os processos que possuem desperdícios

e propor melhorias para a sua eliminação. Assim, determina-se um estado futuro com as oportunidades de melhorias identificadas. O processo de mapeamento revela o potencial de um grande salto no desempenho caso seja possível realizar e, posteriormente, sustentar um número relativamente pequeno de *kaizens* no fluxo e nos processos. *Kaizens* são melhorias contínuas de uma atividade com o objetivo de criar mais valor com um menor desperdício (WOMACK; JONES, 2004).

Rother e Shook (2003) propõem as etapas para a aplicação do mapeamento do fluxo de valor. A primeira etapa consiste na seleção de uma família de produtos, onde primeiro é feito o desenho do estado atual para essa família, posteriormente o desenho do estado futuro e, por último, o plano de trabalho e implementação para que seja possível atingir o estado futuro.

A segunda etapa é desenhar o mapa do estado atual a partir da coleta das informações no chão de fábrica que servirá como base para a elaboração do estado futuro. Nessa etapa são desenhados os fluxos de processos para a concepção do produto. Para isso, são utilizados símbolos para identificar os fluxos de materiais e informações.

Com base no mapa do estado atual, é elaborado o estado futuro, onde os princípios da produção enxuta serão aplicados. O objetivo de mapear o fluxo de valor é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las por meio da implementação de um fluxo de valor em um estado futuro que poderá se tornar uma realidade em curto período de tempo. A meta é construir uma cadeia de produção onde os processos individuais são articulados aos clientes ou por meio de fluxo contínuo ou puxada, e cada processo se aproxima em produzir somente quando o cliente precisa e na quantidade em que ele precisa (ROTHER; SHOOK, 2003).

Para se atingir o estado futuro, é necessário um plano de implementação ou plano de ação para as melhorias, o qual irá descrever como se deseja atingir o estado futuro. E assim que esse estado se torna realidade, um novo mapa do estado futuro deverá ser mapeado, estabelecendo uma melhoria contínua, já que sempre deverá haver um mapa do estado futuro (ROTHER; SHOOK, 2003). Ainda, esse plano poderá conter um cronograma com o que se deseja fazer e quando, para acompanhar as implementações das melhorias.

2.1.1 Outras Ferramentas *Lean*

No pilar *Just in time* está inserido a ideia do fluxo contínuo. Segundo Rother e Shook (2003), o fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de etapa a etapa do processo sem nenhuma parada entre elas.

Para isso, é necessário conhecer o *Takt time*, que conforme Rother e Shook (2003), é a frequência com que se deve produzir um peça para atender a demanda do cliente. O mesmo é calculado com base no tempo disponível de trabalho pelo volume de demanda do cliente.

As técnicas relacionadas à produção enxuta são acompanhadas de meios de controles visuais para assegurar que os processos estão ocorrendo de forma correta e dentro do tempo certo. Esses controles fazem parte de uma gestão à vista, onde os indicadores e oportunidades de melhoria estão dispostos para a visualização de todos os empregados como, por exemplo, indicadores de desempenho e do andamento da linha de produção por meio de quadros ou monitores para acesso a essas informações.

O nivelamento de produção, conhecido como *heijunka*, é a prática de nivelar o tipo e a quantidade de produtos durante um determinado tempo, permitindo que as demandas dos clientes sejam atendidas conforme solicitadas; dessa forma, evita a produção de grandes lotes de produtos e geração de estoques.

Para a redução do tempo de *setup* nos processos, utiliza-se a Troca Rápida de Ferramenta (TRF). Essa técnica possibilita obter uma maior utilização do tempo de operação do equipamento e aumenta a sua eficiência. O tempo de *setup* é definido como o tempo decorrido na troca do processo de uma atividade para outra, ajustes ou substituições em dispositivos e ferramentas, e é dividido entre *setup* interno realizado quando a máquina esta parada, e *setup* externo que é realizado enquanto a máquina esta operando (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Para a implementação do sistema puxado pode-se utilizar a ferramenta *kanban*, que é uma ferramenta visual para se chegar a produção JIT. Geralmente é um cartão de autorização para produzir ou parar, e que contém informações relacionadas a peça, o cliente, onde o produto deve ser armazenado e como deverá ser transportado (DENNIS, 2008).

3. Metodologia

A presente pesquisa é de caráter descritivo, pois visa realizar a aplicação e aprofundamento de um tema já conhecido na literatura. Para isso, irá utilizar técnicas de análises de dados e pesquisa aprofundada sobre o assunto (GIL, 2008).

O método de pesquisa estabelecido é o estudo de caso, já que explora situações da vida real de uma determinada situação. Conforme Yin (2005), o estudo de caso é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto da vida real, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas. Sendo assim, a pesquisa possui ainda uma abordagem qualitativa, pois não existem fórmulas ou métodos pré-definidos para orientar a pesquisa em relação à análise dos dados (GIL, 2008). Miguel (2007) propõe um modelo para a estruturação e condução do estudo de caso, seguindo seis etapas as quais serão seguidas para a execução do presente estudo de caso.

A primeira etapa é definir uma estrutura conceitual teórica. Nesta, será realiza-se a pesquisa bibliográfica referente aos temas que serão utilizados, tais como desperdícios e mapeamento do fluxo de valor. Além disso, esse referencial teórico servirá para delimitar as fronteiras do que será investigado e proporcionar um suporte teórico para a pesquisa.

Na etapa seguinte serão selecionadas as unidades de análise, onde será definida a família de produtos. Em razão a um extenso *mix* de produtos, se faz necessário à seleção de uma família de produtos que representa os mesmos com maior demanda para a empresa. Além disso, essas famílias devem estar divididas em produtos com similaridade de processos.

Seguindo para a etapa de coleta de dados, serão realizadas visitas a área fabril para a busca de informações quanto aos processos da família de produtos escolhida e alguns dados típicos desses processos. A partir dos dados coletados, será realizada a etapa de análise, a qual possibilitará a identificação e verificação dos dados relevantes para a pesquisa por meio da construção do mapeamento do fluxo de valor do estado atual da família de produtos selecionada.

Na última etapa, ocorrerão as propostas de melhorias com base nas conclusões extraídas a partir do mapeamento do estado atual, onde os pontos de melhorias e de desperdícios serão devidamente identificados e, assim, se dará a elaboração do mapeamento do estado futuro que apresentará as oportunidades de aperfeiçoamento que foram incorporadas ao esquema.

4. Estudo de caso

O estudo de caso presente nesse trabalho foi realizado em uma empresa de grande porte que possui uma sede presente na cidade de Joinville (Santa Catarina) por mais de cinquenta anos.

A empresa atua principalmente no mercado de produção de bens com a fabricação de máquinas para a indústria alimentícia, especialmente com os equipamentos para processamento de grãos - armazenagem, transporte e beneficiamento. Além disso, disponibiliza um setor de atendimento ao cliente (*Customer Service*) para manutenção e acompanhamento das máquinas vendidas, contando com grandes nomes do mercado. A empresa atua atendendo clientes em todo o território brasileiro, além de exportar algumas das máquinas de seu *mix* de produtos para países da América do Sul e do Norte.

Em geral, as máquinas produzidas pela empresa passam por diferentes processos de fabricação para que a matéria prima tome a forma do produto acabado. O processo de transformação é representado por meio da Figura 1. A partir dos recursos transformáveis e dos recursos transformadores ocorre o processo de transformação. Ao final do processo de transformação, se tem como saída (*output*) o produto final que são as máquinas produzidas pela empresa.



Fonte: Próprio Autor (2018)

Figura 1 - Processo de transformação

Com base na Figura 1, o processo de transformação é detalhado abaixo, em ordem de processamento:

- **Preparação:** nesta primeira etapa do processo é onde acontece a preparação das ordens de produção que irão ser fabricadas. A mesma compreende a separação das matérias primas como, por exemplo, o tipo de material que será utilizado para a produção de determinada máquina e, também, a separação de itens comerciais que irão acompanhar a ordem até a montagem do produto final.

- **Corte:** esta etapa tem grande importância no processo, pois é nela em que se inicia a fabricação da estrutura de aço da máquina. Nesse processo é utilizada uma máquina de corte a laser, onde é dado o formato necessário às chapas metálicas que posteriormente serão dobradas, soldadas e montadas a fim de dar a forma final do produto.

- **Dobra:** com os materiais já cortados nas dimensões exigidas, as chapas metálicas passam pelo dobramento por meio de uma máquina de dobra. E, esse processo de conformação muda a forma da chapa plana para o formato necessário à sua montagem.

- **Caldeiraria:** nessa etapa do processo, as chapas metálicas, já cortadas e dobradas, são montadas no formato da estrutura do produto e ponteadas com solda. Além disso, algumas chapas precisam ser calandradas e ponteadas com solda para se obter o formato de um tubo. Dessa forma, essa etapa compreende duas atividades, uma referente à calandragem da chapa e outra relacionada com a pré-montagem da estrutura metálica por meio de pontos de solda.

- Soldagem: após as chapas passarem pelo processo de caldeiraria, que tem como *output* a estrutura do produto pré-montado, é realizado o procedimento de soldagem, onde a estrutura receberá o preenchimento total de solda adequada para a completa junção das chapas.
- Acabamento: em seguida, as peças soldadas passam para a etapa do acabamento, onde é feita a retirada das escórias e respingos provenientes da soldagem.
- Banho: esse processo é conhecido como o pré-tratamento da superfície que sofrerá a pintura eletroestática (pintura a pó). Nesta etapa acontece a retirada das impurezas da superfície do metal como óleos, graxas e oxidação superficial originada do corte a *laser*. Todo esse processo garantirá uma melhor adesão da pintura a pó. Nesse procedimento, comumente conhecido como banho, ocorre uma imersão das peças em uma série de banhos químicos com o objetivo de retirar tais impurezas.
- Pintura: após o pré-tratamento da superfície, segue-se para a pintura eletrostática. Nessa etapa é realizada a pintura das peças conforme as cores padrões da empresa que, nesse vaso, são o branco e o verde. A tinta é aplicada na peça por meio de uma pistola de pintura que deposita essa tinta na superfície da peça uniformemente e, a partir dessa etapa, é preciso passar a peça por uma estufa que fará a cura e secagem da tinta.
- Montagem: em seguida são realizadas as montagens de todos os componentes que compõe a máquina, ocorrendo assim à construção do produto final com a utilização dos itens fabricados descritos nos processos anteriores e os itens comprados, como componentes elétricos e mecânicos.
- Teste: posteriormente à montagem, é realizado um teste na máquina. Essa etapa funciona como o controle de qualidade final dos equipamentos, sendo realizada a ligação da mesma, verificando o funcionamento de seus componentes elétricos e mecânicos.
- Embalagem: após o teste ser realizado e a máquina estar em conformidade, seguem-se para a embalagem, onde é realizada a conferência dos itens que serão embalados e, então, acondicionados nas caixas de madeira que serão enviadas aos clientes.
- Expedição: nesta última etapa do processo são tomadas as providências para que o produto final chegue até o cliente, o que inclui atividades como pesagem e preparação dos documentos.

Tendo em vista a grande quantidade de produtos que a empresa produz, foi necessário o agrupamento dos mesmos em três famílias, escolheu-se a família denominada “A” para a aplicação do MFV devido ao fato de que os produtos presentes nessa família necessitavam de melhorias em seus processos para que fosse possível alcançar uma redução no *lead time*; além disso, essa família possui uma maior porcentagem de demanda com relação aos outros produtos.

4.1 Desenho do Mapa atual

Os clientes enviam os pedidos mensalmente para a área comercial da empresa onde é feito o lançamento no sistema de informação que cuida das operações. Esses dados, lançados no sistema, são direcionados para a área de PCP (Planejamento e Controle da Produção) e PCPM (Planejamento e Controle de Produção e Materiais) que verificam a possibilidade de carga da fábrica para atender ao pedido. Após isso, os pedidos são enviados a área de engenharia de produto, onde são realizadas as verificações de quais produtos serão fabricados e onde é emitido um questionário. Esse questionário enumera possíveis alterações nos módulos da estrutura de cada uma das máquinas que serão produzidas, passando essa ficha para outra área de engenharia que fará as atualizações na *BOM (Bill of Materials)* – lista técnica dos produtos que irão para a fabricação. A área de engenharia envia ao PCP as liberações diárias de equipamentos.

O departamento de PCP, após receber os pedidos já processados no sistema, insere os dados no MRP (*Manufacturing Resource Planning*) utilizado pela empresa, que verifica se as quantidades de matérias primas e componentes em estoque disponíveis são suficientes. Além disso, esse sistema controla os estoques mínimos para garantir a disponibilidade dos componentes conforme a demanda. Dessa forma, são mantidos em estoques itens que demandam um alto tempo de fabricação e entrega por fornecedores internos, e itens importados (tempo de entrega - 45 a 60 dias). Os componentes que não são de estoque, tem suas requisições de pedidos disparados para o departamento de compras; esse, por sua vez, realiza a solicitação do pedido para os fornecedores que possuem um prazo de aproximadamente cinco dias úteis para a entrega.

No período de tempo analisado, constatou-se uma demanda mensal de 120 máquinas pelos clientes da empresa. Essa demanda é equivalente a aproximadamente seis máquinas por dia, considerando o mês com 21 dias úteis. O tempo disponível de trabalho por operador é de 8,8 horas, descontando 1 h de almoço e 15 minutos de parada planejada para ginástica laboral. Totaliza-se, assim, um tempo disponível de aproximadamente 7,55 horas por turno. A partir desses dados, pode-se calcular o *takt time* dividindo-se o tempo disponível de trabalho pela demanda por cliente, o resultado é de 1,4 h por máquina.

Os dados com relação aos tempos de ciclo (T/C) e tempo de *setup* (TR) para essa família de produtos foram obtidos através da cronometragem nos processos e foram arquivados em um banco de dados da empresa. Esses dados estão dispostos no MFV atual (Anexo A). Esses dados, relacionados com os tempos, representam a duração de fabricação de uma ordem de produção que na empresa em questão é equivalente à fabricação dos componentes de uma máquina que passará por todos os processos. Por esse motivo, os tempos estão representados em horas.

O tempo de *setup* para o processo de corte a *laser* é considerado baixo (0,07 horas, aproximadamente 4 min), visto que grande parte dele é realizado externamente enquanto a máquina esta trabalhando, sendo necessária apenas sua parada para a troca das mesas com as chapas para corte. Ainda, para a construção do MFV foi necessário uma visita ao *gemba* para a identificação de todas as ordens que estavam em processo ou nos estoques entre processos (WIP) e a identificação do número de operadores em todos os postos de trabalho. Além disso, foi necessário obter informações quanto a quantidade de matéria prima, constando-se um estoque de matéria prima de 25 dias e um estoque de 69 produtos acabados. As entregas desses produtos acabados acontecem mensalmente para os clientes. Ao final da construção do mapa do estado atual, foi possível identificar um *lead time* de produção de 48,5 dias, que representam 366,5 horas. Ainda, constatou-se que o tempo de atividades que agregam valor ao produto é de 13,9 horas, o que representa 3,8% do *lead time* total.

4.2 Identificação dos desperdícios

A partir do desenho do mapa do estado atual, se fez possível a identificação de alguns pontos de melhorias. Para isso, buscou-se observar os desperdícios presentes no fluxo de valor. O primeiro desperdício encontrado foi o de “espera” no processo de montagem. Constatou-se paradas de linha que demoravam a ser relatadas aos responsáveis. Procurou-se entender os motivos dessas paradas de linha e verificou-se que estavam relacionadas a itens faltantes na montagem. Outro desperdício identificado foram os “de defeitos” - peças soldadas erradas, baixo padrão de qualidade e falhas no acabamento de solda e pintura.

Outro ponto analisado foi a preparação. Este foi considerado como um desperdício “de processamento”, pois não agrega valor algum ao cliente. Constatou-se que esse processo

estava presente no fluxo, pois só era dado início a fabricação das ordens quando todos os itens presentes nela já estivessem sido separados. Essa atividade de separação ainda estava gerando um estoque entre processos (WIP) antes da operação de corte a *laser*.

Conforme pode ser verificado no MFV atual, a empresa possui uma grande quantidade de estoques de produtos acabados, pois as máquinas prontas ficavam estocadas por aproximadamente um mês antes de serem enviadas ao cliente. Além disso, observa-se uma grande quantidade de estoques entre os processos (WIP), os quais deveriam ser controlados e minimizados.

Constatou-se, ainda, o desperdício de transporte e movimentação no setor de embalagem, já que os operadores desempenhavam um tempo desnecessário para a identificação e seleção das madeiras necessárias para a embalagem das máquinas e, também, para a preparação da embalagem plástica que vem em rolos para o empacotamento desses produtos acabados.

Além disso, a partir de observações nos postos de trabalho da montagem e caldeiraria, verificou-se a falta de instruções de trabalho para montagem dos componentes e falta de organização nos postos de trabalho.

4.3 Mapa do estado futuro

A atividade de separação é uma atividade que não agregava valor ao processo, dessa forma, na proposta do mapa futuro, essa atividade foi eliminada. Sendo realizada no decorrer do início do processo de fabricação e esses itens separados são introduzidos no processo somente quando necessários. A retirada dessa atividade trouxe alguns benefícios como a eliminação do WIP entre o corte a *laser* e a atividade de separação, e também, a redução do tempo de agregar valor (13,9 horas para 12,9 horas).

Sugeriu-se um supermercado após o processo de dobra, visto que esse processo e o de corte a *laser* possuem tempos de ciclo maiores que os processos seguintes. Então, com a produção dessas etapas para esse supermercado, torna-se possível introduzir um sistema puxado por meio de um sistema de *kanban*. O *kanban* implementado seria através de um espaço aberto no chão na área produtiva (*kanban* de chão), indicando que alguém retirou algum carrinho com peças deixando aquela área visivelmente vazia. Esse supermercado funciona como uma ordem de fabricação e permite que os processos posteriores não parem suas atividades quando o processo de *laser* e dobra apresentar alguma falha ou demora na fabricação.

Para eliminar o desperdício de espera no processo de montagem, serão utilizados sinais luminosos (*andons*) que indicam problemas de paradas na linha. Dessa forma, também é possível eliminar o tempo de movimentação desses operadores, já que os sinais ficarão dispostos em áreas visíveis para as pessoas responsáveis.

Os desperdícios identificados como de qualidade eram referentes a problemas de qualidade em três dos processos anteriores a montagem, sendo eles a caldeiraria, a soldagem e a pintura. Na caldeiraria e soldagem foi observada a falta de padrões de qualidade para os cordões de solda e montagem das peças metálicas. Já na pintura, imperfeições nas superfícies das chapas. Sugeriu-se implantar quadros para a visualização de peças boas e defeituosas, conforme os padrões impostos.

Com relação aos desperdícios de estoque de produto acabado, foi proposto entregas semanais aos clientes, reduzindo o estoque de 69 para 27 ordens, uma redução de aproximadamente 40%. Esta redução de estoque permite reduzir *lead time* e a área destinada a esses produtos, de 650 m² para 350 m².

Estipulou-se como meta uma redução de 60% para os componentes, representando uma diminuição de 25 para 15 dias de estoque de matéria prima. Essa redução se dará por meio do desenvolvimento de fornecedores mais próximos a empresa, tornando a resposta de entrega mais rápida e permitindo manter uma menor quantidade de itens em estoque.

Para a redução dos estoques entre os processos foram implantados FIFOs (*First in first out*) entre os processos de fabricação, os quais possuem uma capacidade limitada de quantidades de itens de estoque entre esses processos.

No setor de embalagem, foram propostas melhorias com relação a organização do espaço de trabalho, a partir da construção de um suporte para as madeiras, com prateleiras que armazenarão as diferentes dimensões de madeiras. Esse suporte contará, ainda, com espaço destinado aos rolos plásticos que também são utilizados nesse processo.

O desperdício de movimentação encontrado na montagem e caldeiraria, também foram relacionados a má organização nos postos, como ferramentas desorganizadas e falta de ferramentas. Além disso, não existem instruções de trabalho para os processos, portanto não há uma padronização na ordem das atividades exercidas em cada um desses postos de trabalho. Para eliminar isso será reforçada a política de 5S da empresa, catalogar as ferramentas e verificar quais estão faltando, para deixar o local organizado.

Outra melhoria proposta é a instalação de monitores que indicam a produtividade da linha com relação as metas de fabricação diárias. Esse monitor apresentará a quantidade de máquinas que foram fabricadas e a quantidade que está estipulada para que seja produzida no dia. Os dados são atualizados em tempo real, proporcionando uma gestão visual do processo.

Com isso, é possível prever uma redução no *lead time* para o MFV futuro. O Anexo B ilustra a implantação destas melhorias e seu impacto no *lead time* para o MFV futuro.

4.4 Análise do Estado Futuro

Após a construção do MFV futuro, foi possível retirar algumas informações e compará-las com o estado atual. Com as reduções de estoques entre os processos, é possível reduzir o *lead time* que era de 48,5 dias (366,5 horas); pretende-se chegar a 27,2 dias (205,4 horas), aproximadamente 56 %. O percentual de agregação de valor era de 3,8%, no mapa futuro praticamente dobrou (6,3%). É preciso destacar a importância da redução dos estoques, tanto entre os processos, quanto os de matérias prima e produtos acabados. Essas reduções serão possíveis através da eliminação de itens em estoque. Além disso, a alteração da frequência de entregas de produtos acabado, resultará em uma redução na área destinada a esses produtos.

No mapa futuro, destaca-se a necessidade de estabelecer uma fabricação para um supermercado nos processo iniciais do fluxo, visto que esse supermercado permite manter um fluxo contínuo entre essas etapas. Além dessas melhorias que foram propostas, aponta-se a falta de indicadores de produção e eficiência nas etapas que utilizam as máquinas de corte e *laser*, cabe a esses processos a implantação de um OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Esse indicador permite medir a eficiência dos equipamentos, analisando a disponibilidade dos mesmos (tempo em que ficam disponíveis para a fabricação), a *performance* (relação entre os itens produzidos e os itens que o equipamento deveria produzir), e a qualidade (perda por refugos e retrabalhos).

5. Considerações Finais

Conforme proposto no objetivo geral, a utilização do MFV permitiu elencar propostas de melhorias nos processos de produção de uma família de produtos em uma empresa fabricante

de máquinas para a indústria alimentícia. Com isso, pode-se observar uma redução do *lead time* de aproximadamente 56 % e um ganho na porcentagem de agregação de valor de 6,3% o qual era 3,8%. Propôs-se a implantação de um indicador de eficiência (OEE) e de indicadores para a qualidade dos produtos.

O êxito no alcance do mapa do estado futuro só será possível com uma mudança da mentalidade de todos os envolvidos no processo. É necessário que se tomem medidas de conscientização dos operadores quanto aos desperdícios. Só será possível alcançar essa conscientização através de treinamentos periódicos sobre a filosofia *Lean*.

Considerando os resultados obtidos nessa pesquisa, recomenda-se, para futuros trabalhos, a implementação das melhorias propostas e o alcance do estado futuro, sendo abordados os seguintes aspectos, com base no que foi destacado por Breitenbach (2013): fazer uma análise do comportamento do sistema de produção proposto no mapa futuro após a implementação de todas as melhorias que foram sugeridas, com a finalidade de verificar os resultados que puderam ser obtidos; aplicar novamente o MFV, procurando identificar novas fontes de desperdícios e buscando a melhoria contínua dos processos; aplicar a ferramenta MFV nas outras famílias de produtos fabricados pela empresa, a fim de identificar os desperdícios em seus fluxos de valores.

Referências

- BREITENBACH, F. A.** *Aplicação dos conceitos da manufatura enxuta e do mapeamento do fluxo de valor em uma empresa fabricante de implementos rodoviários de engenharia sob encomenda*. 2013. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- CIRINO, S. R. A. et al.** *Sistema de Produção Enxuta: analisando as práticas adotadas em uma indústria têxtil paraibana*. Gepros. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, v. 1, n. 8, p.9-21, jan. 2013.
- DENNIS, P.** *Produção lean simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- GIL, A. C.** *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.
- IBGE.** *Pesquisa Industrial Mensal Produção Física Brasil*. 2017. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Industrias_Extrativas_e_de_Transformacao/Pesquisa_Industrial_Mensal_Producao_Fisica/Fasciculos/Fasciculo_Indicadores_IBGE_Brasil/pim-pf-br_201702caderno.pdf>. Acesso em: 25 maio 2017.
- MIGUEL, P. A. C.** *Estudo de caso na Engenharia de Produção: estruturação e recomendações para sua condução*. 2007.
- OHNO, T.** *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- ROSA, D. C.** *Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma empresa do setor metal-mecânico*. 2008. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- ROTHER, M.; SHOOK, J.** *Aprendendo a enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: LeanInstitute Brasil, 2003.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.** *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.** *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine desperdício e crie riqueza*. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- YIN, R. K.** *Estudo de caso: Planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXO A – Mapa do Estado Atual

ANEXO B – Mapa do Estado Futuro

