

Análise da aplicação do mapeamento de fluxo de valor em uma multinacional do ramo de autopeças: uma pesquisa-ação em uma empresa de fabricação de sistemas de transmissão de torque

Fernando Hagihara Borges (UNIARA) fhborges@uniara.com.br
Euler Alexandre de Jesus Simões (UNIARA) euler_s@hotmail.com
José Camilo Barbosa (UNIARA) camilobarbosa1@gmail.com

Resumo:

O presente estudo apresenta uma pesquisa-ação desenvolvida em uma empresa do setor de autopeças que desenvolve e comercializa sistemas de transmissão de torque. No processo de fabricação ocorrem ineficiências e desperdícios devido ao desbalanceamento entre as operações, tempos de ciclo elevados, gargalo entre as operações, tempos elevados de setup, falta de trabalho padronizado, entre outros. Fazendo a análise da aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor é possível mapear o estado atual e identificar oportunidades de melhoria e propor eliminar desperdícios e aumentar o desempenho da célula de manufatura que hoje tem capacidade de produção diária de 1291 peças. Após aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor os ganhos estimados de produção estão em 27,89% e redução do Lead Time de 19,16 horas para 6,06 horas. Demonstrando assim a eficiência da aplicação da ferramenta e os ganhos obtidos no processo produtivo para aumento da capacidade e eficiência da célula de manufatura.

Palavras chave: Mapeamento de fluxo de valor, Oportunidade de melhoria, Processos de fabricação, Eliminação de desperdício.

Value stream mapping application analysis in an auto parts industry multinational: an action research in a manufacturing company of torque transmission systems

Abstract

This study presents an action research developed at a company in the auto parts industry that develops and markets torque transmission systems. In the manufacturing process occur due to inefficiencies and waste unbalance between operations, high cycle times between operations neck, high setup times, the lack of standardized work, among others. Making the analysis of the application of Value Stream Mapping is possible to map the current state and identify improvement opportunities and propose to eliminate waste and increase the performance of the manufacturing cell that now has a daily production capacity of 1291 pieces. After application of Value Stream Mapping the earnings estimates of production are 27.89% and reduce the lead time of 19.16 hours to 6.06 hours. thus demonstrating the application tool and efficiency gains in the production process to increase manufacturing capacity and cell efficiency.

Key-words: Value stream mapping, Improvement opportunity, Manufacturing processes, Waste disposal.

1. Introdução

A forma como as empresas gerenciam seu tempo nas etapas de concepção do produto, produção, venda e distribuição, pode determinar seu grau de competitividade e eficiência. As estratégias baseadas no ciclo de fabricação flexível, resposta rápida, expansão da variedade e inovação crescente, que são baseadas na otimização do tempo de produção, ganham cada vez mais espaço (STALK, 1988).

Noori e Radford (1995) descrevem a evolução cronológica da manufatura, considerando três estágios ou eras: era da produção artesanal – até 1850; era da produção em massa – de 1850 a 1975 e era da produção enxuta, após 1975. A expressão enxuta foi definida pelo pesquisador John Krafcik por reduzir esforços dos operários, espaço para fabricação, investimento em ferramentas, horas de planejamento, estoques, tempo de atendimento e também defeitos em uma produção cada vez mais diversificada, comparada a produção em massa. Ainda, segundo CORIAT (1994), o pensamento enxuto visa fazer cada vez mais com cada vez menos, menos esforço humano, menos tempo e menos espaço. Segundo Womack, Jones e Roos (2004), a produção enxuta combina as vantagens das produções artesanal e em massa, evitando altos custos. Trata-se de uma filosofia de manufatura que segundo Liker (1997), encurta o tempo entre pedido do cliente e a entrega, através da eliminação de desperdícios.

Para interligar a teoria da produção enxuta e a prática, utiliza-se o mapeamento do fluxo de valor (MFV) como uma ferramenta na implementação dos princípios enxutos no chão de fábrica e pode ser utilizada como uma técnica alternativa para o mapa de processos.

A simplicidade é uma das características do sistema de gerenciamento da produção enxuta (MARTICHENKO, 2012). Tanto que Rother e Shook (2012) definem o mapeamento do fluxo de valor como sendo uma ferramenta simples, já que é necessário apenas um lápis e papel para aplicá-la, enxergando assim o fluxo de materiais, fluxo de informações, e fontes de desperdícios, através de uma simbologia simples, universal e comum para todo o processo de manufatura.

Do conceito de produção enxuta fica a seguinte pergunta: Como o mapeamento do fluxo de valor pode ajudar as empresas a melhorar seus processos produtivos e quais são as etapas necessárias para a implementação do mesmo?

A pesquisa-ação foi realizada em uma empresa multinacional no setor de autopeças que desenvolve e comercializa sistemas de transmissão de torque, para o mercado de montadoras de veículos e reposição. A empresa denominada A em que se desenvolveu a pesquisa é responsável pela fabricação de conjuntos de embreagens e atende os mercados de montadora, reposição e exportação. A empresa A faz parte de um grupo multinacional B líder de mercado que está presente em mais de 25 países e possui mais de 60 mil colaboradores. É reconhecida mundialmente pela qualidade de seus produtos e está entre as principais empresas entre os fornecedores de autopeças.

A célula de manufatura analisada neste artigo possui uma demanda alta tanto para o mercado de montadora e reposição e tem representação significativa na participação da empresa, porém foi nítida a percepção de desperdícios como: desbalanceamento entre as operações do processo produtivo; tempos de ciclo elevados; gargalo entre as operações; tempo elevado de “*setup*” (processo de mudança da produção de um item para outro em uma mesma máquina ou equipamento); altos índices de refugo e; falta de trabalho padronizado para garantia das atividades serem executadas de maneira igualitária entre os diferentes operadores e turnos, validando, assim, a necessidade da pesquisa, realizada conforme é descrito na metodologia do trabalho.

O objetivo deste artigo é apresentar uma análise do desenvolvimento da aplicação do mapeamento de fluxo de valor em um multinacional do ramo de autopeças, em uma célula de produção que possui um processo ineficiente e analisar as oportunidades de melhoria para desenvolver o estado futuro.

Os resultados obtidos por meio de uma pesquisa qualitativa (entrevistas) e quantitativa (coleta de dados) utilizando o método da produção enxuta, indicaram um ganho na eficiência produtiva.

2. Referencial teórico

2.1 Mentalidade Enxuta

Para Ghinato (2000), a crise do petróleo na década de 70 foi um ponto de inflexão negativa na curva de expansão dos mercados e crescimento industrial. Esse impacto foi determinante para afetar a capacidade competitiva das companhias industriais, estruturadas segundo o modelo de produção em massa.

Após o término da segunda guerra mundial, o Japão dá início ao programa de reconstrução nacional, o qual conduz importantes mudanças no âmbito da produção. Com as visitas de Eiji e Kiichiro Toyoda ao complexo de Rouge da Ford, observaram que era possível melhorar o sistema de produção. Para Eiji Toyoda simplesmente copiar e aperfeiçoar o modelo de Rouge era difícil. Teve acordo com Taiichi Ohno e concluíram que a produção em massa não funcionaria no Japão devido a alguns fatores: mercado doméstico limitado para produção de uma vasta gama de veículos; força de trabalho nativa já não estava mais propensa a ser tratada como custo variável ou peça intercambiável; a economia do país estava devastada pela guerra. Então surge na Toyota Motor Company, o chamado sistema Toyota de produção (STP), idealizado por Taiichi Ohno, combinando as vantagens das produções artesanal e em massa, evitando altos custos da primeira e a rigidez da última. Sistema que originou-se na busca pela perfeição, redução de custos, ausência de defeitos, baixos estoques, redução de espaço. (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Com o desenvolvimento do sistema Toyota de produção surgem então elementos e ferramentas inovadoras para a realização da gestão: Just in Time (JIT), Jidoka (automação com toque humano), Kaizen (melhoria contínua), Poka-Yoke (sistema anti-falhas), estabilidade (ambiente sob controle) e fluxo contínuo com o compromisso de atender as necessidades do cliente, através do fornecimento de produtos com alta qualidade e serviços com alto padrão. Contando também com redução nos custos, e no lead time, garantindo melhor tempo de resposta entre cliente e fornecedor (GHINATO, 2000). De acordo com Hines e Rich (1997), o sistema Toyota de produção tem como alicerce a filosofia de eliminar todo desperdício (mudas) para redução de custos. Taiichi Ohno define os mudas como tudo que consome recursos, mas não adiciona valor. (OHNO, 1997).

O sistema Toyota de Produção identificou sete tipos de desperdícios, que não agregam valor ao sistema produtivo: superprodução, tempo de espera, transporte, movimentação desnecessária, superprocessamento, estoques, defeitos (HINES e RICH, 1997). Hines e Rich (1997), descrevem da seguinte maneira os sete desperdícios identificados no sistema Toyota de produção: superprodução (produzir mais ou mais rápido que a necessidade do cliente); tempo de espera (espera do colaborador durante processamento de uma máquina); transporte (movimentação desnecessária do material); movimentação desnecessária (qualquer movimento inútil realizado pelo colaborador durante a execução de alguma atividade); superprocessamento (operações desnecessárias para se produzir algum item ou ferramenta de baixa qualidade gerando produtos defeituosos – como dar acabamento sem necessidade em uma peça que ainda será trabalhada em sua superfície); estoques (excesso de matéria prima,

de estoque em processo ou de produtos acabados); defeitos (todo tipo de retrabalho, peças defeituosas e refugos). A superprodução é considerada como o desperdício mais grave.

2.2 Mapeamento do fluxo de valor

O fluxo de valor é definido como as atividades específicas necessárias para projetar, pedir e oferecer um produto específico, desde a concepção, lançamento até entrega do pedido nas mãos do cliente. Este fluxo pode ser mapeado, percorrendo-se o caminho de todo o processo de transformação de material e informação do produto. O mapeamento completo do fluxo de valor abrange não só a empresa, mas outras empresas e unidades produtivas (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Rother e Shook (2012), desenvolveram uma ferramenta denominada Mapa de Fluxo de Valor, onde são mapeados os fluxos de todos os materiais e informações de processos de manufatura. O mapeamento do fluxo de valor é definido como uma ferramenta simples, já que é necessário apenas um lápis e papel para aplica-la, enxergando assim o fluxo de materiais e informações, fontes de desperdícios, através de uma simbologia simples, universal e comum para todo o processo de manufatura, seguindo a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor e, desenhar uma representação visual de cada processo nos fluxos de material e de informação. Em seguida, formular um conjunto de questões-chave dos problemas. Finalmente, mediante às respostas dadas às questões-chave, desenhar um mapa do estado futuro de como o valor deve fluir.

As principais vantagens da ferramenta mapeamento do fluxo de valor são: análise global dos processos a partir dos individuais; identificar os desperdícios e suas fontes; fornecer uma linguagem comum para os processos de manufatura; facilitar a tomada de decisões sobre o fluxo; aproximar conceitos e técnicas enxutas; formar uma base para o plano de implantação; mostrar a relação entre o fluxo de informação e material; simbologia própria; tem como objetivo mapear o fluxo de materiais e informação da cadeia de valor descrevendo o estado atual do processo mapeado e propondo uma condição futura (ROTHER e SHOOK, 2012), representado na Figura 1, através das seguintes etapas:

- 1ª etapa - Família de produtos: uma família é um grupo de produtos que passa por etapas semelhantes de processamento e utiliza equipamentos comuns nos seus processos;
- 2ª etapa - Desenho do estado atual: é realizado a partir da coleta de dados no *gemba* com as informações necessárias para o desenvolvimento do estado futuro;
- 3ª etapa - Desenho do estado futuro: as setas interligando o estado atual e o estado futuro tem o sentido de indicar que o desenvolvimento do estado atual e futuro são superpostos;
- 4ª etapa - Plano de trabalho e Implementação: o passo final é elaborar um plano de ação com responsáveis e prazos para todas as oportunidades de melhoria sejam atingidas. Então assim que o seu estado futuro se tornar realidade.



Figura 1 – Etapas para elaboração do mapeamento de fluxo de valor
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2012)

Para Rother e Shook (2012), ao desenhar o mapeamento do fluxo de valor deve-se detalhar os processos produtivos com informações essenciais:

- a) Tempo de ciclo (TC): a frequência com que uma peça ou produto é realmente completada em um processo. Também, o tempo que o operador leva para percorrer todos os elementos de trabalho antes de repeti-los;
- b) Demanda: demanda do produto a ser atendido (exemplo: peças por mês);
- c) Tempo de troca (T/TR): tempo levado para mudar a produção de um tipo de produto para outro;
- d) Tempo de trabalho disponível: tempo disponível por turno naquele processo em segundos, descontando-se os tempos de paradas, reuniões, manutenção, etc;
- e) Número de pessoas: quantidade de colaboradores necessários para operar o processo;
- f) Taxa de refugo: quantidade de produtos defeituosos proveniente do processo;
- g) Estoques intermediários: também conhecidos como inventários ou gargalos; lugares onde o estoque se acumula, indicando onde o fluxo está parado;
- h) Takt Time: é a frequência com que se deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas, para atender a demanda dos clientes. É calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno pelo volume da demanda do cliente (em unidades) por turno;
- i) Lead Time: o tempo que uma peça leva para se mover ao longo de todo um processo ou fluxo de valor, do início ao fim. Calculada da seguinte forma: quantidade em estoque multiplicado pelo takt time dividido tempo disponível.

3. Metodologia de pesquisa

A metodologia aplicada foi uma pesquisa-ação, realizada através da análise qualitativa em um processo produtivo de fabricação, seguindo o fluxo do produto pelas etapas do processo, para desenvolver uma estrutura que melhor represente o fluxo de produção. Os dados primários para desenvolvimento do mapeamento de fluxo de valor foram inicialmente obtidos através de uma entrevista com gestores de todas as áreas que possuem interface com a célula de manufatura estudada, para levantar as informações necessárias e a realização da pesquisa. Seguindo as recomendações de Santos, Costa e Gohr (2010), e a utilização manual prático de mapeamento do fluxo de valor desenvolvido por Rother e Shook (2012), que apresentam uma sequência de quatro etapas para elaborar o mapeamento do fluxo atual e futuro.

3.1 Família de produtos

Uma família de produtos é um grupo de produtos que passa por etapas semelhantes de processamento e utiliza equipamentos comuns nos seus processos (ROTHER e SHOOK, 2012). Num ambiente com muitos produtos não é viável analisar peça a peça, é necessário que os produtos sejam agrupados em famílias. Um dos critérios mais importantes para seleção da família de produtos é a similaridade de processos (NAZARENO, 2003).

3.2 Mapeamento do estado atual

O mapeamento do estado atual tem por objetivo representar a foto do hoje. Esta técnica, apresentada por Rother e Shook (1998), realiza o mapeamento “porta a porta” (do recebimento de matéria-prima até a expedição para o cliente final). Felipe et al. (2012) descrevem a importância da utilização dos estudos de tempos e métodos em setores produtivos, definem o fluxo operacional mais adequado ao trabalho e identificam os gargalos.

3.3 Mapeamento do estado futuro

Desenha-se o mapa de fluxo de valor futuro, que é a maneira desejada para o fluxo de material e informação sem desperdícios. No mapa futuro o fluxo de valor é mostrado com a melhoria sugerida e a respectiva redução de desperdícios, sendo a referência a ser atingida. De posse deste referencial, identificam-se os desperdícios e suas causas, priorizando-se ações para eliminação total destes (SCHAPPO, 2006).

3.4 Plano de trabalho e implementação

Mapear todos os fluxos de valor de uma organização pode ser um exercício relevante; mas a única coisa que importa é a ação concreta na implementação dos estados futuros definidos (FERRO, 2003 apud ARAÚJO, 2004). Uma forma de priorizar os problemas é utilizar a matriz GUT. Após levantamento das causas para um determinado problema, a matriz GUT permite quantificar cada uma das causas de acordo com sua gravidade, urgência e tendência (GOMES, 2006).

4. Resultado e discussão

A célula de manufatura possui 7 colaboradores e trabalha em 3 turnos numa jornada de 6x1, sendo assim 21h por dia e 24 dias disponíveis no mês. O tempo gasto com setup é de 32,35 horas/mês, média de 30,35 minutos por setup. A engenharia de processos contribuiu com dados sobre a gama de produtos, quantidade de famílias, divisão das atividades por colaborador, balanceamento de linha e dados de cronoanálise. Coube ao planejamento e controle de produção (PCP) e a logística industrial o levantamento das informações relacionadas a componentes, fornecedores, clientes, lista de produtos, previsão de demanda e dados sobre o lead time de atendimento.

4.1 Família de produtos

A célula de manufatura produz discos de embreagem com uma gama de 92 tipos de produtos diferentes que são classificados pelo seu tipo construtivo. A célula trabalha com 13 tipos de família de produtos, com os diâmetros do disco de 180mm à 325mm. Com a indicação da característica funcional na letra que segue a descrição do produto: B, CB, TB, TPB, TPBX, VTB. Com os dados levantados pela área de planejamento e controle de produção foi possível montar um gráfico de Pareto com as demandas por famílias e produtos numa previsão de 3 meses. A família de maior demanda é a 200VTB com 21,8% do total de pedidos, representado no gráfico a seguir:

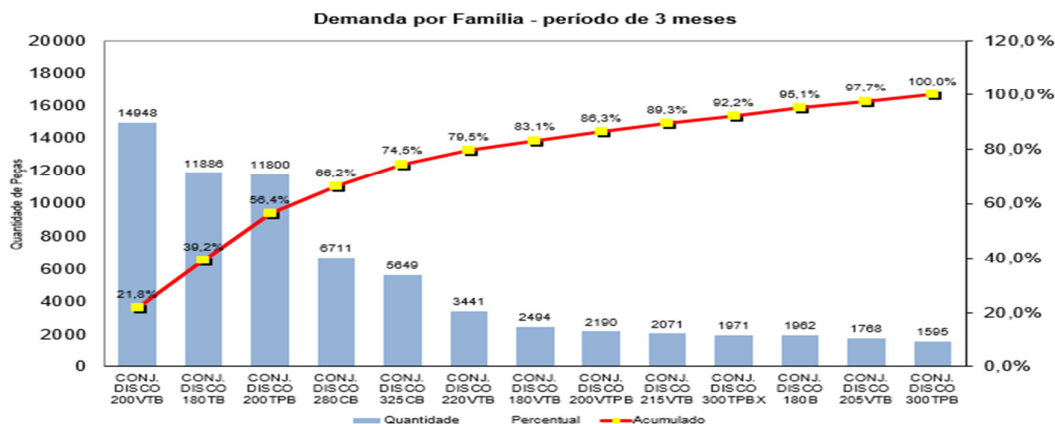


Figura 2 – Gráfico de Pareto – demanda por família

Fonte: Elaboração própria

O produto com maior demanda é o conjunto de disco 081878005859 com 23% da demanda, representado na figura a seguir:

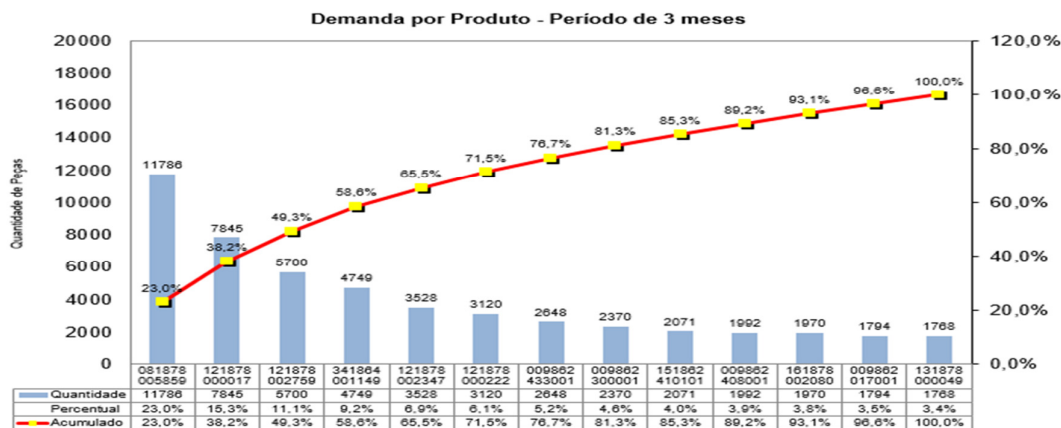
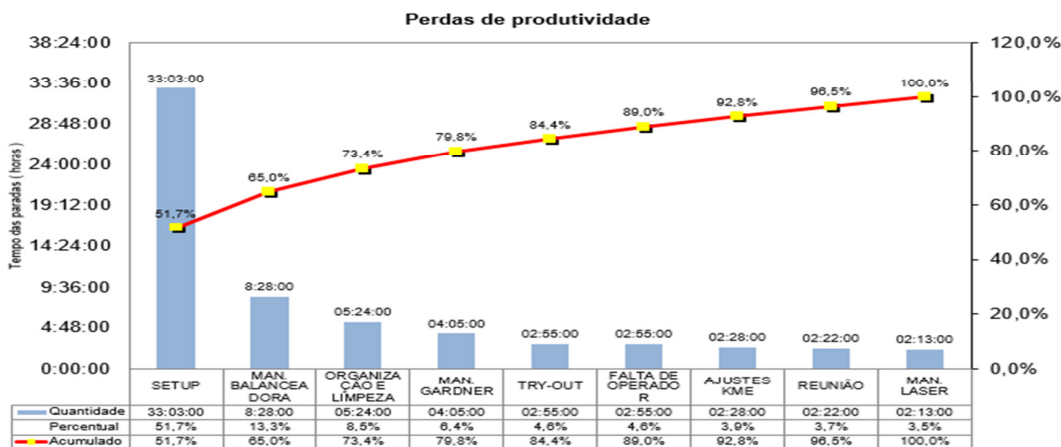


Figura 3 – Gráfico de Pareto – demanda por produto
Fonte: Elaboração própria

Embora o produto 081878005859 possua a maior demanda, com 23%, ele não faz parte da família que possui a maior demanda. Por esse motivo o item selecionado foi o produto 121878002759, com 11,1%, e que faz parte da família 200VTB, que tem a maior demanda entre todas as famílias de produtos, com 21,8%. Outro aspecto importante para a escolha do produto foi que a família que ele pertence possui uma montagem mais complexa, por esse motivo ao aplicar a ferramenta do mapeamento do fluxo de valor sobre o mesmo é possível identificar melhorias para as montagens dos outros produtos que pertencem a famílias com menor complexidade de montagem.

4.2 Mapa atual

Seguindo as recomendações do manual “Aprendendo a enxergar”, criado por Rother e Shook (2012), o início do mapeamento do estado atual foi através de uma visita ao *gemba* para caminhar juntamente com o fluxo real do material e informações, seguindo as atividades dos colaboradores a partir da etapa final do processo até as etapas iniciais. Durante esse acompanhamento foram levantadas pelos colaboradores algumas dificuldades encontradas no processo de fabricação e juntamente com a engenharia de produção foi possível analisar o monitoramento de perdas da célula, representado na Figura 4:



Fonte: Elaboração própria
Figura 4 – Gráfico de Pareto – Perdas de produtividade

Percorrendo o fluxo do produto foi possível também realizar a cronoanálise das atividades, representado na Tabela 1.

Etapa	Descrição	Quant. Operadores	TC (seg.)
1	Montagem do subconjunto	2	21,3
2	Rebitagem na KME	1	21,6
3	Montagem interna	1	29,6
3	Montagem final	1	16,9
4	Fechamento do conjunto		10,9
5	Balanceamento	1	20,23
6	Giro-livre		20,07
7	Gravação		7,74
8	Inspeção visual final	1	17,91

Fonte: Elaboração própria

Tabela 1 – Descrição das atividades

A etapa 1 consiste na montagem do subconjunto, dois colaboradores fazem a montagem manual inicial dos componentes e encaminham o mesmo por uma esteira até a etapa 2 que consiste na rebitagem do conjunto na máquina semiautomática KME, a etapa 3, consiste em montar os componentes no subconjunto e preparação para prensagem de fechamento do conjunto, a etapa 3 é realizada por 2 colaboradores, onde o primeiro realiza a montagem de componentes internos e o segundo faz a montagem dos componentes externos. Após a etapa 3 o produto segue para o sexto colaborador, que é responsável pelas etapas de fechamento do conjunto (etapa 4); balanceamento (etapa 5); e giro-livre (etapa 6); em seguida é feita a gravação das identificações do cliente e finaliza com a etapa 8, onde o mesmo colaborador realiza uma inspeção visual final para embalagem do produto.

Os resultados do acompanhamento foram utilizados para o desenho do mapa atual, a seguir:

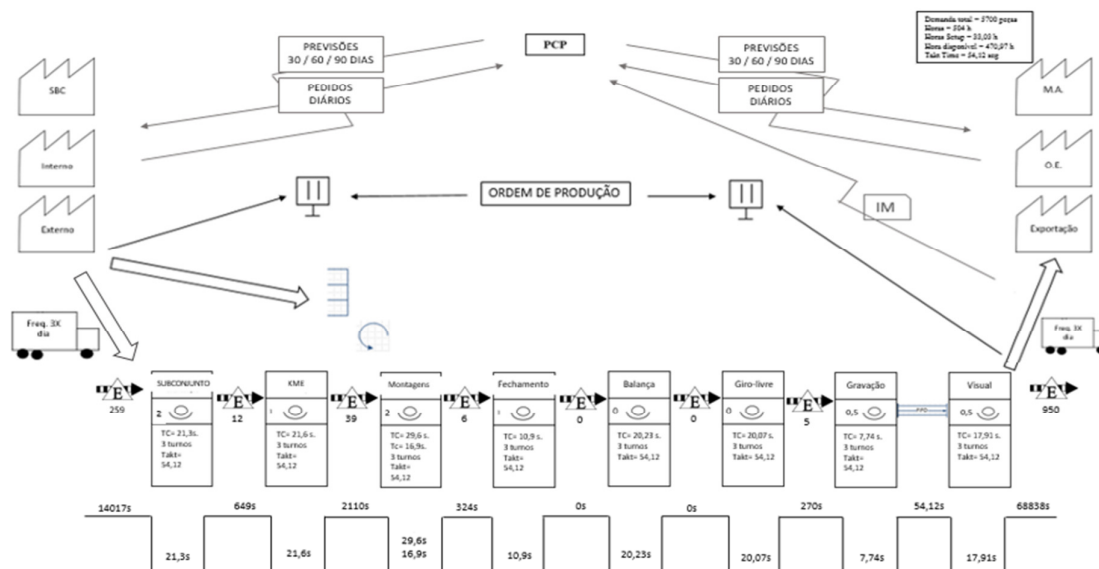


Figura 5 – Mapa do estado atual

Fonte: Elaboração própria

Com os dados obtidos com a cronoanálise e informações sobre a demanda foi possível montar o gráfico (Figura 6), que demonstra o balanceamento de linha e o cálculo do tempo takt.

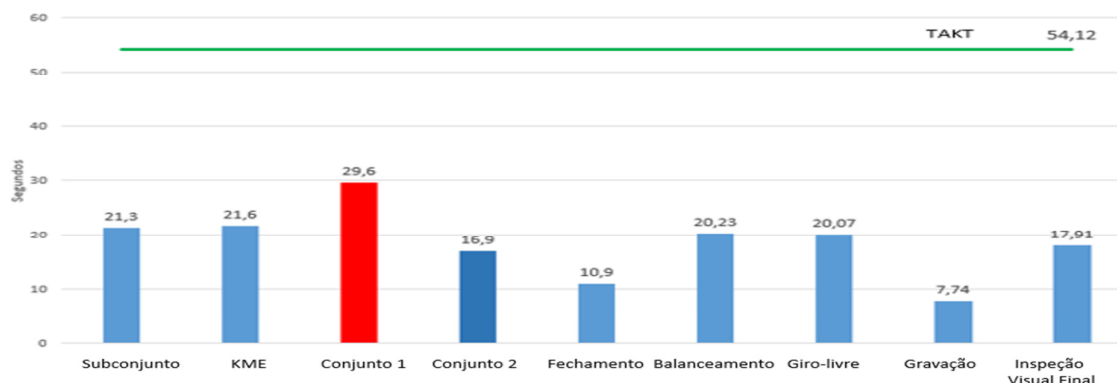


Figura 6 – Dados do processo – estado atual
Fonte: Elaboração própria

De posse dos dados da cronoanálise foi possível também calcular a taxa de agregação de valor e o Lead Time, apresentados na Tabela 2:

Dados do processo	Tempo	TAV (%)
		Taxa de agregação de valor
Agrega valor	166,25 segundos	0,24
Não agrega valor	68838 segundos	
Lead Time	19,16 horas	

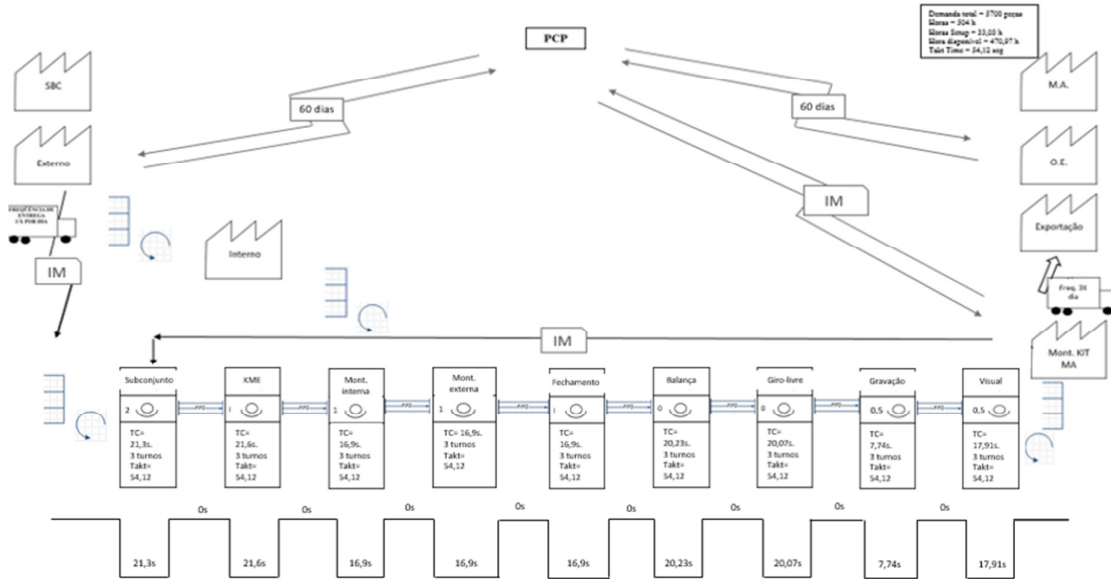
Tabela 2 – Dados do processo
Fonte: Elaboração própria

Durante a realização do mapeamento do estado atual foram levantadas algumas oportunidades de melhoria mencionadas a seguir: a etapa de montagem do conjunto possui o maior tempo de ciclo com 29,6 segundos, tornando-se assim o ponto de gargalo da célula de manufatura; fazendo com que o colaborador que executa a montagem interna acabe limitando a capacidade de produção da célula; produção não segue o *takt* do cliente; dificuldade de realizar setup na prensa; não havia supermercado para dimensionamento de peças acabadas, gerando um grande inventário entre os postos de trabalho; desbalanceamento das atividades ocasionando ociosidade; falta de suporte padrão para encaixe do produto na etapa de gravação, dificultando a execução da atividade; lead time de processo em 19,16h e tempo de ciclo da linha de 2,77 minutos.

4.3 Mapa futuro

Diante desse cenário de oportunidades de melhoria foram levantadas propostas de melhoria para a realização do mapa de estado futuro (Figura 7):

- 1. Realizar balanceamento de linha;
- 2. Produzir conforme o *takt* do cliente;
- 3. Realizar evento SMED (focado no setup), para identificar mais oportunidades de melhoria na realização do *setup*, e diminuir desperdícios;
- 4. Realizar melhorias no layout e na organização dos materiais;
- 5. Realizar estudo para divisão das tarefas e padronização das atividades;
- 6. Nivelar os estoques entre os postos de trabalho; garantir o fluxo contínuo;
- 7. *Lead Time* estimado em 6,06 horas e tempo de ciclo da linha de 2,65 minutos.



Fonte: Elaboração própria
Figura 7 – Mapa do estado futuro

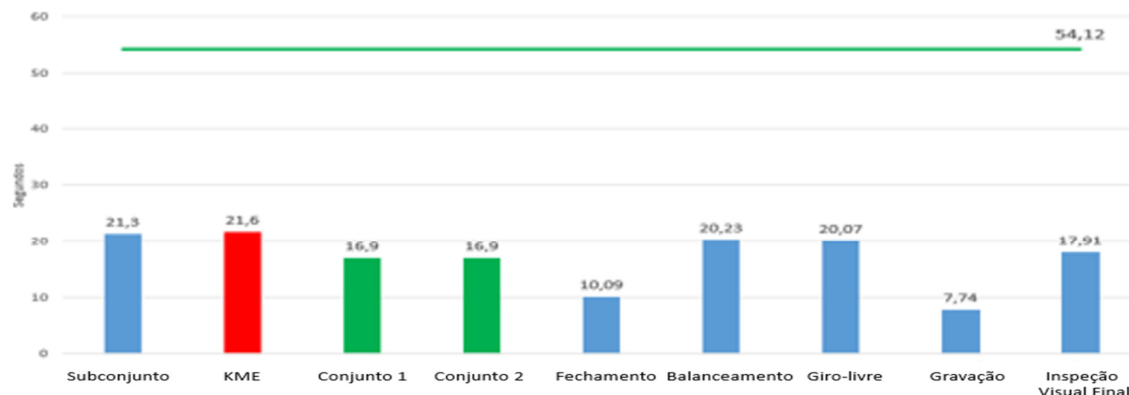
4.4 Plano de trabalho e implementação

Para atingir a proposta de estado futuro que foi desenhada e os ganhos estimados foi realizado uma matriz de priorização com as ações levantadas (Figura 8).

ID	Evento	Célula	Plano de Ação	GUT	Dono do Processo	Responsável
1	MFV	Célula 01	Realizar balanceamento de linha visando a divisão da operação montagem do pacote para 3 operadores	125	Eng. Produção	Eng. Processo
2	MFV	Célula 01	Realização de Trabalho Padronizado na célula	125	Eng. Produção	Eng. Melhoria Contínua
3	MFV	Célula 01	Retirar extensão da bancada de montagem do pacote onde são montadas as molas	75	Eng. Produção	Eng. Melhoria Contínua
4	MFV	Célula 01	Readequar nova bancada de montagem	60	Eng. Produção	Eng. Melhoria Contínua
5	MFV	Célula 01	Providenciar nova esteira para a célula	60	Eng. Produção	Eng. Melhoria Contínua
6	MFV	Célula 01	Dimensionamento de estoque entre postos de trabalho	48	Eng. Produção	Eng. Processo
7	MFV	Célula 01	Realizar SMED para melhoria no tempo de setup	40	Eng. Produção	Eng. Melhoria Contínua
8	MFV	Célula 01	Avaliação ergonômica da prensa de fechamento	40	Eng. Produção	Eng. Processo
9	MFV	Célula 01	Realizar Evento 5s para organização da célula visando a melhoria na organização.	36	Eng. Produção	Eng. Melhoria Contínua
10	MFV	Célula 01	Facilitar o acesso aos micros de regulagem de altura da prensa de fechamento	32	Eng. Produção	Eng. Manutenção
11	MFV	Célula 01	Desenvolver novo sistema de regulagem de pressão da prensa de fechamento	32	Eng. Produção	Eng. Manutenção
12	MFV	Célula 01	Dimensionamento de estoque de componente e de peças acabadas com implementação de supermercado	27	Eng. Produção	Logística / PCP
13	MFV	Célula 01	Definição da sequência de medição do giro livre	24	Eng. Produção	Eng. Qualidade
14	MFV	Célula 01	Adaptar e incluir dispositivo de comprimir molas na bancada da montagem	18	Eng. Produção	Eng. Melhoria Contínua
15	MFV	Célula 01	Retirar a mesa do pré amortecimento da célula	18	Eng. Produção	Eng. Processo
16	MFV	Célula 01	Adaptação e melhoria no sistema de fixação da peça para gravação no laser	18	Eng. Produção	Eng. Processo

Fonte: Elaboração própria
Figura 8 – Plano de trabalho e implementação

Através de todas as melhorias propostas mapeadas e devidamente gerenciadas pelo plano de ação é possível estimar o estado futuro com as mesmas implementadas. Com essas ações finalizadas chegamos a seguinte melhoria no balanceamento de linha:



Fonte: Elaboração própria

Figura 9 – Dados do processo – proposta para estado futuro

Analizando o balanceamento de linha é possível notar a redistribuição do tempo de gargalo, que passará a ser na rebitagem KME. Com essa alteração é possível fazer um comparativo entre a situação atual (gargalo na montagem do subconjunto) e a situação proposta para o futuro (gargalo na KME), observando os ganhos obtidos através da ferramenta do mapeamento do fluxo de valor.

Dados	Atual	Futuro
Tempo de ciclo da operação gargalo (segundos)	29,6	21,6
Redução do tempo de ciclo (segundos)	-	8
Capacidade hora	62	85
Capacidade dia (21h)	1291,78	1790,53
Capacidade mês projetado (peças)	31003	42973
Operadores	7	7
Produtividade projetada (peça/hora/homem)	8,8	12,2
Saldo da capacidade	26712,77	38682,63
Ganho de capacidade	-	27,89 %
Lead time (horas)	19,16 h	6,06 h
Tempo de ciclo da linha de montagem	2,77 min	2,65 min

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3 – Comparativo – Situação atual x situação futura proposta

5. Considerações finais

Com a aplicação da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor tornou possível visualizar os desperdícios que tornam a célula de manufatura ineficiente e por meio de uma gestão de melhorias propor solução a partir da situação futura.

Com as ações propostas implementadas os ganhos da célula podem chegar à: 27,89% de aumento de capacidade; 38,63% de aumento de produtividade; 68,38% de redução no lead time. Os ganhos obtidos no processo e com a margem de tempo do ciclo gargalo que a célula possui em relação ao tempo takt do cliente, a empresa A tomou a decisão de manter em funcionamento apenas 2 turnos. Dessa forma, os colaboradores serão realocados para outras atividades, nivelando assim a produção conforme o pedido e diminuindo o tempo de resposta ao cliente, assim aumentando a competitividade da empresa e também eliminando a superprodução que é um dos sete desperdícios que mais devem ser combatidos.

As melhorias alcançadas através do fluxo contínuo proporcionarão maior controle, agilidade e flexibilidade para a célula de manufatura. Dando sequência ao plano de ação a empresa deverá finalizar as ações pendentes para chegar ao ponto do estado futuro desejável. O emprego dos conceitos da produção enxuta através da ferramenta do mapeamento do fluxo de

valor, possibilitou alcançar seu objetivo, mostrando-se capaz de identificar os desperdícios e analisando o mapa atual, e ainda propor estado futuro com os conceitos Lean implementados, mostrando assim sua eficiência e importância no processo produtivo. A perpetuidade de projetos voltados à melhoria contínua do desempenho operacional torna-se, assim, elemento fundamental para a sustentação de vantagens competitivas de longo prazo, tornando-se um importante canal para futuros estudos e pesquisas.

Referências

- ARAÚJO, C. A. C.** *Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta utilizando os processos de raciocínio da teoria das restrições e o mapeamento do fluxo de valor.* p.143 – Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.
- CORIAT, B.** *Pensar pelo Averso: O Modelo Japonês de Trabalho e Organização.* Tradução de SILVA, E. Da. Rio de Janeiro: Revan: 212p, UFRJ, 1994.
- FELIPPE, Adélia Denísia. CUSTODIO, Maycon Roger. DOLZAN, Neseli. TEIXEIRA, Edson Sidnei Maciel Teixeira.** *Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil.* In: IX SEGET, 2012.
- FERRO, José Roberto.** *A essência da ferramenta “Mapeamento de Fluxo de Valor”* Lean Institute Brasil, 2007.
- GHINATO, P.** *Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção.* In: ALMEIDA, A. T. & SOUZA, F. M. C. *Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações.* Recife: Editora da UFPE, 2000.
- GOMES, L.G.S.** *Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes.* Rev. FAE, Curitiba, 2006.
- HINES, P; RICH, N;** *The seven value stream mapping tools,* International Journal of Operations & Production Management, Vol. 17 Iss: 1 pp. 46 – 64, 1997.
- LIKER, J.K.** *Becoming Lean - inside stories of U.S. manufacturers.* Productivity Press, Portland, OR, Ed. 1997.
- MARTICHENKO, R.** *Tudo que sei sobre Lean aprendi no primeiro ano de escola.* [Tradução de Tamiris Masetto Manzano] – 1ª ed. – São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012.
- NAZARENO, R. R.** *Desenvolvimento e aplicação de uma método para implementação de sistemas de produção enxuta.* Dissertação de Mestrado, USP, São Carlos, 2003.
- NOORI, H; RADFORD, R.** *Production and Operation Management – Total Quality and Responsiveness.* New York: McGraw Hill, 676p, 1995.
- OHNO, Taiichi.** *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- PRATES, C. C; BANDEIRA, D. L.** *Aumento de eficiência por meio do mapeamento do fluxo de produção e aplicação do Índice de Rendimento Operacional Global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos.* Gestão e Produção, São Carlos, v. 18, n. 4, p. 705-718, 2011.
- ROTHER, M. & SHOOK, J.** *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.* São Paulo : Lean Institute Brasil, 2012.
- SANTOS, E. J; COSTA, L. S; GOHR, C. F.** *Mapeamento do Fluxo de Valor aplicado à fabricação de fios retangulares de cobre utilizados em transformadores elétricos.* XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, São Carlos, 2010.
- SCHAPPO, Adriano José.** *Um Método Utilizando Simulação Discreta e Projeto Experimental para Avaliar o Fluxo na Manufatura Enxuta.* Florianópolis, 2006.
- STALK JR, G.** *Tempo: A Próxima Fonte de Vantagem Competitiva: Estratégia: a busca da vantagem competitiva.* Rio de Janeiro: Campus, jul/ago. 1988.
- WOMACK, P. J.; JONES, T. D.; ROOS, D.A** *máquina que mudou o mundo.* Rio de Janeiro: Campus Ltda., 2004.