OS PRIMEIROS PASSOS EM BUSCA DA TRANSFORMAÇÃO ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO DE UMA PEQUENA EMPRESA DE PAINÉIS ISOTÉRMICOS

Cleverson Faber de Assis - IFSP, Suzano

faberassis@gmail.com

Prof. Msc. William de Paula Ferreira - IFSP, Suzano

william.ferreira@ifsp.edu.br

Prof. Msc. Wilson Yoshio Tanaka - IFSP, Suzano

w.tanaka@ifsp.edu.br

Prof. Dr. Adriano Maniçoba da Silva - IFSP, Suzano

adrianoms@ifsp.edu.br

Resumo

A busca da excelência operacional, através da eliminação das perdas e desperdícios com a utilização dos conceitos de manufatura enxuta, já é amplamente difundida nas grandes empresas manufatureiras, mas nas pequenas empresas estes conceitos ainda não são práticas usuais. Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo de caso do início da transformação enxuta em uma fábrica de painéis isotérmicos na região da Grande São Paulo através da implantação da ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). A família de produtos de painéis de 100 milímetros de espessura foi selecionada e em seguida foi realizado o MFV do estado atual e futuro. Os resultados obtidos foram expressivos com a redução do lead time em mais de 18% e no tempo de agregação de valor no produto em mais de 76%, outro resultado significativo foi a redução em mais de 66% no WIP. Como em toda empresa com mudanças culturais muito profundas o grande desafio é manter e expandir os conceitos de manufatura enxuta.

Palavras chave: Lean, Manufatura Enxuta, Mapeamento do Fluxo de Valor, MFV.

Abstract

Searching for operational excellence, through the elimination of losses and waste adopting lean manufacturing concepts, is already widespread in large manufacturing companies, but in small companies these concepts are not yet usual practices. This article aims to present a case study of the beginning of lean transformation in an isothermal panel plant in São Paulo metropolitan region through the implementation of the Value Stream Mapping (VSM) tool. The product family of panels of 100mm thickness was selected and then the VSM of the current and future state was done. The results obtained were expressive with the reduction of lead time by more than 18% and the adding value in the product by more than 76%, another significant result was the reduction by more than 66% in WIP. As with any company with very deep cultural changes, the big challenge is to maintain and expand the concepts of lean manufacturing.

Key words: Lean, Lean manufacturing, Value Stream Mapping, VSM.

Introdução

Com a revolução industrial, modernos equipamentos geradores de frio foram incorporados à rotina das indústrias e dos indivíduos, melhorando a qualidade de produtos refrigerados e congelados (ORDÓÑES et al., 2005). Dentro deste contexto os painéis isotérmicos ou isopainéis têm por finalidade confinar o frio ou bloquear o calor entre ambientes, a fim de conservar alimentos e bebidas com temperaturas controladas. Estes painéis são utilizados em câmaras frigoríficas, em salas limpas e para revestimento de grandes obras.

Devido ao apelo da sustentabilidade, o mercado atual espera que os recursos utilizados para transformação de seus produtos, se convertam efetivamente em produtos, evitando assim a geração de desperdícios (VELLANI; DE SOUZA RIBEIRO, 2009).

A manufatura enxuta se baseia na eliminação planejada de desperdício, na melhoria contínua da produtividade, envolvendo a implantação adequada de atividades e execução de pequenos lotes, diminuição de *setups*, redução de estoques em processo

(WIP) e alto foco na qualidade (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004). O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), do inglês *Value Stream Mapping* (VSM), é uma ferramenta importante para identificar tais desperdícios, sendo a base para a transformação enxuta. O objetivo do MFV é destacar as fontes de desperdício, permitindo que os gestores enxerguem de maneira adequada o fluxo de valor do processo produtivo, para que essas perdas e desperdícios possam ser reduzidos (ROTHER; SHOOK, 2003).

O estudo realizado por Eroglu e Hofer (2011) demonstraram que a manufatura enxuta é especificamente benéfica para as pequenas indústrias. Já que a maximização do lucro ocorre de tal forma que não pode ser facilmente copiado pelos concorrentes. Isso por que as melhorias ocorrem principalmente na maneira como o trabalho é a realizado, juntamente com a racionalização dos recursos associados. Apesar disso, conforme argumenta Conner (2009), as pequenas empresas não têm sido abordadas de forma adequada.

O segmento de construção de Isopainéis em pequenas indústrias geralmente possui um nível de automação relativamente baixo, com mão de obra quase sem qualificação, podendo chegar a processos totalmente artesanais. Cenário propício para implementação da filosofia Lean. Nesse sentido, o objetivo deste estudo é apresentar um estudo de caso do início da transformação enxuta em uma indústria de pequeno porte, fabricante de painéis isotérmicos na região da Grande São Paulo através da implementação da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

Esse trabalho está organizado da seguinte forma: partindo-se da introdução, que delimitou o objetivo aqui apresentado, a seção 2 apresenta uma revisão da literatura. Na seção 3 a pesquisa é classificada e os métodos são detalhados. Na seção 4 é apresentado o estudo de caso e na seção 5 a análise e discussão dos resultados. Por fim, na sessão 6 são expostas as considerações finais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 O sistema *lean manufacturing*

Por quase um século os Estados Unidos haviam sido líder mundial na produção de automóveis. No entanto, o sistema de produção Toyota, também conhecido como

Lean, se tornou o modelo de excelência operacional. Um dos principais autores desta filosofia, Taiichi Ohno, afirma que o estímulo para o desenvolvimento do sistema Toyota foi à leitura profunda das ideias de Ford. Por conta deste pioneirismo, as ferramentas de gestão desenvolvidas no Japão influenciaram sistemas de produção em diversas partes do mundo (HOLWEG, 2007).

Diversos conceitos foram difundidos como o *Kanban*, *Kaizen* e *Jidoka*, que são destinados a reduzir perdas e também a tornar a produção mais enxuta (SANTOS; WYSKY; TORRES, 2009).

Apesar de o desenvolvimento ter ocorrido a partir da influência japonesa, diversos conceitos que já eram difundidos em sistemas industriais foram incorporados à manufatura enxuta. A partir da utilização destas técnicas, a produção em massa aumentou de maneira significativa melhorando assim a produtividade e a qualidade, com a obtenção de produtos mais uniformes, em razão da padronização e da aplicação de técnicas de controle estatístico da qualidade (PRATES; BANDEIRA, 2011).

Segundo SHINGO (1996), o objetivo central do sistema Toyota de produção consiste em habilitar as corporações a responderem com rapidez às constantes flutuações da demanda do mercado através do alcance das principais dimensões da competitividade: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação. Desta forma, observa-se no exposto uma junção de técnicas que visam aumentar a eficiência e diminuir os desperdícios presentes nos sistemas produtivos.

2.2 A mentalidade enxuta

De acordo com WOMACK; JONES (1994), os princípios para uma mentalidade enxuta, onde a finalidade é buscar a flexibilidade da manufatura de acordo com as necessidades dos clientes, podem ser resumidos da seguinte forma:

- **Valor:** A percepção de valor é determinada pelo cliente, ficando a cargo da empresa entender essa percepção e precificar de maneira adequada o atendimento desta necessidade.

- **Fluxo de Valor:** Identificar e segregar os processos que agregam valor e os que não agregam valor dentro do fluxo produtivo eliminando efetivamente os que não agregam valor através de melhorias continua.
- **Fluxo Contínuo:** Melhorar a fluidez dos processos, mostrar para os colaboradores que a produção por departamento gera prejuízos e desperdícios para as corporações. Esta é uma das tarefas difícil da mentalidade enxuta, pois trata da mudança de cultura.
- **Produção Puxada:** A produção é iniciada a partir do pedido do cliente sendo que há uma inversão no fluxo de produção, esse procedimento reduz estoque e gera valor agregado ao produto.
- **Perfeição:** Engajamento de todos em busca não só da qualidade dos produtos, mas também na execução de todas as tarefas que agregam valor ao produto.

2.3 Fontes de desperdício em processos produtivos

A busca pela diminuição e eliminação de perdas dentro de um processo produtivo é à base da produção enxuta, essas perdas podem ser evitadas e seu custo atenuado possibilitando a geração de valor ao cliente. Com o aumento da competitividade no mercado, o poder de escolha dos consumidores passa a determinar o preço de venda, sendo assim, a lucratividade é definida como a diferença entre o preço de venda e o custo de fabricação (GHINATO, 1996).

Segundo Ohno (1988), a identificação e redução dos desperdícios podem ser classificadas em:

- **Superprodução:** É a perda relacionada a grandes quantidades de peças ou produtos fabricados de forma não planejada, ou seja, produção sem programação ou em momento inoportuno gerando estoque desnecessário.
- **Perda por Espera:** Quando um material permanece em espera, aguardando outro produto ser processado, ocupando espaço físico entre as operações e gerando custos de conservação e movimentação.

- **Transporte:** São perdas geradas por movimentações entre os processos onde os mesmos poderiam ser evitados por um breve estudo do fluxo de processo e mudança de *layout*.
- **Perda por Processamento:** Quantidades de peças processadas a maior ou a menor daquelas determinadas pelas ordens de produção, manutenções corretivas ou tarefas adicionais não previstas.
- **Movimentação:** Movimentos desnecessários efetuados pelos operadores durante as execuções das tarefas.
- **Produtos defeituosos:** Produtos de qualidade inferior geram ociosidades de tempo, de recursos financeiros e também desgaste físico.
- **Perda por estoque:** Ocorre devido à falta de sincronismo entre o prazo de entrega do pedido e o tempo de produção. A produção enxuta utiliza a estratégia de eliminar os estoques, já que os estoques geram ociosidade de capital e depreciação dos bens.

2.4 Mapeamento do fluxo de valor

Entende-se por fluxo o escoamento ou a movimentação de algo que segue um determinado curso. Quando esse curso é percorrido de forma contínua e com o mínimo de interrupções e perdas possíveis, o chamamos de fluxo de valor.

Segundo ROTHER; SHOOK (2003), fluxo de valor é toda ação, que agrega valor, necessária para fazer perpassar um produto por todos os fluxos essenciais na cadeia de produção, do fluxo de produção da matéria-prima ao consumidor final, e do fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento. Para WOMACK; JONES (1994), o MFV é a observação direta do fluxo de informação e de materiais conforme ocorre sua movimentação, descrito em diagramas permitindo visualizar um estado futuro de maneira mais eficaz.

Analisando as definições anteriores, observa-se que o MFV permite agir de forma adequada nas aplicações das melhorias, ajuda a evitar *Kaizen* desnecessários, ou seja, aplicar melhorias que vão resultar em vantagens para o processo como um todo e não de forma isolada. O MFV permite obter uma visão panorâmica dos processos mostrando todas suas deficiências. Ademais, essa ferramenta necessita que se

escolha uma família de produtos para executar um mapeamento chamado porta a porta, do cliente ao fornecedor, desenhando o estado atual do processo.

2.5 Fases do mapeamento do fluxo de valor

De acordo com ROTHER; SHOOK (2003), devem-se obedecer algumas fases para o MFV conforme figura 1.

Figura 1 – Fases do MFV

Fonte: Rother e Shook (2003, p. 9).

- **Família de produtos:** Define-se família de produtos, itens que compartilham de mesmos equipamentos, ferramentas e processos. O mapeamento de fluxo deve partir do consumidor. Para definir famílias de produtos pode-se utilizar outras ferramentas como a Análise de Pareto.
- **Desenho dos estados atual e futuro:** Mapeia-se o estado atual de acordo com a realidade que está ocorrendo no momento da análise a partir de dados coletados no chão de fábrica.
- **Plano de implementação:** Nesta fase devemos mostrar como se planeja chegar ao estado futuro, uma vez iniciado a implementação do processo, incorre-se em um ciclo de melhoria contínua até obter um estado futuro ideal para o fluxo de valor.

2.6 Mapeamento do estado futuro

O mapeamento do estado futuro é iniciado a partir da análise do estado atual, entendendo o processo verificasse as oportunidades de melhoria e as identificam no mapa do estado atual. Ao desenhar um mapa de estado futuro devemos utilizar ferramentas e conceitos da manufatura enxuta para identificar e eliminar desperdícios dentro do fluxo escolhido. Um mapa de estado futuro precisa conter o máximo de informações possíveis dos processos, porém não se deve incluir nos mapas informações irrelevantes ou desnecessárias. Fluxos contínuos quando possíveis são adotados, bem como processos puxados definidos pelos processos de clientes. Uma forma de utilizar a produção puxada é a adoção técnicas como o *Kanban* nos fluxos de processos.

Segundo SANTOS; WYSK; TORRES (2014), para se conseguir resultados enxutos devem-se seguir alguns princípios:

- **Tempo Takt** - É o tempo para fabricar um produto conforme demandado pelo cliente.
- **Fluxo Contínuo** – Determinar fluxo contínuo quando houver possibilidade.
- **Kanban** – Utilizar sistema *Kanban* e supermercados de produtos para produção puxada.
- **Produzir o necessário** – Fabricar somente quantidade que atende às necessidades do cliente.
- **Nivelamento da Produção** – Aplicar técnicas de nivelamento como *Heijunka*. O nivelamento proporciona que as estações de trabalho do processo de produção sejam distribuídas de acordo com a programação e o planejamento.

2.7 Metodologia

Quanto à classificação da pesquisa, do ponto de vista da sua natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, uma vez que tem o objetivo de gerar conhecimentos para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos. Já do ponto de vista da forma de abordagem ao problema, trata-se de uma pesquisa qualitativa. Com relação aos objetivos, é classificada como uma pesquisa descritiva. Quanto aos procedimentos técnicos, foi adotado o estudo de caso. Segundo YIN (2001), o estudo

de caso serve para investigar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real.

O trabalho foi desenvolvido em uma pequena empresa metalúrgica fabricante de painéis isotérmicos situada na região da grande São Paulo. A coleta de dados foi feita por meio de observações diretas, através de acompanhamento dos processos produtivos e observações participantes, uma vez que um dos autores desta pesquisa possui cargo gerencial na organização. Registros com fotos e filmagens, ferramentas computacionais como; Microsoft® Visio, Excel, Project também foram utilizadas para simulações e apresentação dos Mapeamentos do Fluxo de Valor da empresa.

2.8 O estudo de caso

A ferramenta de MFV foi aplicada em uma indústria metalúrgica de painéis isotérmicos localizada na região da Grande São Paulo. Esta empresa é caracterizada como de pequeno porte com aproximadamente 15 funcionários, onde 9 desses fazem parte do processo de fabricação foram analisados. A indústria possui, na fabricação de seus produtos, processos artesanais e baixa tecnologia de fabricação incorporada.

Após realizar estudo referente à família de produto escolhida, inicia-se o mapeamento do estado atual. O estudo em questão foi baseado no histórico de vendas, estratificação e segregação dos produtos para aplicar o mapeamento. A família destacada corresponde a painéis de 100 milímetros de espessura que representam 60% das vendas dos períodos analisados. Após a escolha da família de produtos, o MFV do estado atual foi elaborado, conforme figura 2.

Com o MFV do estado atual foi possível identificar várias oportunidades de melhorias dentro do fluxo de produção, estas oportunidades encontram-se identificadas através de uma figura simbolizando “explosão” com as melhorias descritas internamente.

As melhorias identificadas são:

1. Executar a operação de fresagem imediatamente na entrega da matéria prima EPS (isopor), evitando gerar estoque desnecessário de isopor virgem na planta;
2. Necessidade de mudança de *layout* da perfiladeira e prensa para gerar fluxo contínuo.
3. Inserir guilhotina de corte na perfiladeira para evitar operação manual;

A Tabela 1 apresenta o resumo de resultados na implementação as propostas de melhoria.

Tabela 1 – Resultados de aplicação do MFV

INDICADORES	LEAD TIME (DIAS)		TVA (SEGUNDOS)		WIP (M ²)	
	ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS
RECEBIMENTO	30	30	0	0	525	450
FREZAR	3,5	3	0	4	525	450
CORTAR EPS	0	0	0	0	400	150
PERFILAR CHAPA	2,66	1	15	17	400	150
CORTAR CHAPA	0		17		400	
COLAGEM	1,66	5	60	1260	250	150
TEMPO DE CURA	1,66		5400		250	
ACABAMENTO	8,26	0	60	0	1240	0
TOTAL	47,74	39	5552	1281	3990	1350

Fonte: Elaborado pelos autores.

Analisando a Tabela 1 observa-se uma redução significativa no lead time do processo, nas Tarefas de Valor Agregado (TVA) e no estoque em processo.

Para exemplificar as mudanças aplicadas, a Figura 4 exemplifica o *layout* atual com as eliminações de estoques possíveis.

Figura 4 – Esboço de *layout* Atual

Fonte: Elaborado pelos autores.

Legenda:

1. Eliminação de estoque de chapas cortadas pré-preparadas para colagem e eliminação da mesa de colagem.
2. Eliminação de estoque de chapas cortadas pós-perfiladeira.

3. Eliminação de tesoura de corte.
4. Eliminação de máquinas ociosas.
5. Eliminações de passagem desnecessárias.
6. Eliminação de estoque de EPS frezado.

Prospectando as mudanças necessárias a serem implantadas, pode-se visualizar o fluxo de fabricação mais enxuto, e a redução de estoque. O *layout* futuro é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Prospecção de *Layout* futuro

Fonte: Elaborado pelos autores.

3 Resultados e discussão

Observando o mapa de estado futuro é possível descrever os *Kaizen* implantadas na linha de produção da família de produtos escolhida e consequentemente as reduções dos desperdícios específicos de cada etapa do processo. A análise desses resultados é apresentada abaixo:

- A entrega da matéria prima principal (EPS) é efetuada uma vez por semana ou somente quando é consolidada a venda para o cliente, anteriormente a entrega desse material era efetuada duas vezes por semana independente do pedido para compor demanda mensal agregada.

- A operação de fresagem executadas nas placas de EPS é efetuada no momento da entrega do produto pelo fornecedor, evitando o acúmulo de material virgem que consequentemente elimina o estoque inicial do processo.
- A implantação de um *Kanban* de bobinas foi instalada ao lado da perfiladeira com informações de estoque mínimo controlados pelos próprios colaboradores, junto ao sistema, a disposição das bobinas de aço obedece a um fluxo *FIFO* para controle de lotes, facilitando a rastreabilidade.
- Efetuada adaptação de guilhotina automática na perfiladeira eliminando a operação manual de corte.
- Unificação das operações de perfilamento e corte, possibilitando a eliminação de uma mão de obra.
- Implantado um cartão *Kanban* também no supermercado da matéria-prima cola junto com um fluxo *FIFO* igualmente as bobinas para controlar lotes.
- Unificação das operações de colagem e prensagem com a diminuição do tempo de cura da cola, esta ação também possibilita a eliminação de uma mão de obra no processo.
- Implantação de cartão *Kanban* no final do processo com quantidade controlada através de painéis padrões de mercado, possibilitando a entrega imediata de algumas medidas de placas.
- O conjunto das ações básicas de melhoria possibilitou uma diminuição considerável do *lead time* geral do processo.

Observando a situação encontrada percebe-se que o primeiro desafio é a mudança de cultura referente a uma mentalidade enxuta. O MFV é a ferramenta ideal para mostrar de forma ampla e didática o processo como um todo para que os colaboradores tenham uma visão diferente sobre o processo de fabricação.

Com uma visão voltada para a diminuição dos desperdícios de toda ordem e uma análise profunda do estado atual do processo em questão, podemos efetuar um estudo para a implantação da ferramenta *Kaizen*, com o mapa de estado futuro elaborado foi possível aplicar as melhorias de acertada evitando os chamados “*Kaizen Kamikazes*” ou “*Kaizen* de Ofensiva” que, Segundo (WOMACK; JONES (1994)), é o modo de investir mais rapidamente na solução de problemas sem uma preparação e

planejamento prévio. De acordo com a filosofia enxuta devem-se aplicar algumas ações para a melhoria do processo.

4 Conclusão

A aplicação dos conceitos *Lean* nos processos industriais foi apresentada nesta pesquisa com a utilização da ferramenta de MFV, evidenciando também parte dos benefícios de uma mentalidade enxuta dentro da indústria. Esta pesquisa teve como objetivo apresentar os benefícios que uma simples ferramenta de mapeamento proporciona às empresas que implantam tal técnica.

A redução de desperdícios e a diminuição do *lead time* de processo foram os resultados obtidos com a implementação do MFV. O fluxo contínuo do processo reduz necessidade de se manter estoque dentro da fábrica tornando a organização dos processos mais clara e o seu controle mais preciso. Verificou-se ainda a necessidade de incentivar alguns métodos de produção mais condizentes com a mentalidade enxuta como a fabricação empurrada, *setups* mais rápidos e melhor aproveitamento dos tempos disponíveis.

Entretanto, o maior desafio nesta etapa de implantação parece ser a necessidade de mudança cultural dentro da empresa, principalmente dos proprietários e dos colaboradores com maior tempo na empresa. Deste modo, é necessária uma mudança gradativa e constante para que a empresa possa aperfeiçoar seu sistema de produção sendo preciso para isso à elaboração de uma grade intensa de treinamentos.

Portanto, este artigo contribui para evidenciar que a implementação da ferramenta de MFV pode ser útil para empresas que buscam a melhoria contínua dos processos, bem como o aproveitamento dos benefícios que a produção enxuta pode fazer para o aumento da competitividade inclusive para as pequenas empresas.

Referências Bibliográficas

CONNER, Gary. *Lean Manufacturing for the Small Shop*. Society of Manufacturing Engineers, 2009.

EROGLU, Cuneyt; HOFER, Christian. *Lean, leaner, too lean? The inventory-performance link revisited. Journal of Operations Management*, 2011, 29.4: 356-369.

GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time. *Production*, 1995, 5.2: 169-189.

GODINHO FILHO, Moacir; FERNANDES, Flavio César Faria. Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. *Gestão & Produção*, 2004, 11.1: 1-19

HOLWEG, Matthias. *The genealogy of lean production. Journal of operations management*, 2007, 25.2: 420-437.

OHNO, Taiichi. *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press, 1988.

ORDÓÑES, J. Á., et al. Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, 2005, 2: 41.

PRATES, Caroline Chagas; BANDEIRA, Denise Lindstrom. 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, SP. Vol. 18, n. 4 (out./dez. 2011), p. 705-718, 2011.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. *Aprendendo a enxergar*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SANTOS, Javier; WYSK, Richard A.; TORRES, Jose M. *Improving production with lean thinking*. John Wiley & Sons, 2014.

SANTOS, J.; WYSKY, R.; TORRES, J. *Otimizando a produção com a metodologia lean*. São Paulo: Leopardo, 2009.

SHINGO, Shigeo. *O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia industrial*. Bookman, 1996.

VELLANI, Cassio Luiz; DE SOUZA RIBEIRO, Máisa. Sistema contábil para gestão da ecoeficiência empresarial. Revista Contabilidade & Finanças, 2009, 20.49: 25-43.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. *From lean production to the lean enterprise*. Harvard business review, 1994, 72.2: 93-103.

YIN, Robert K. Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos. Bookman editora, 2015.