Elencar procedimentos de implementação de Mapeamento de Fluxo de Valor para aplicação prática

Eduardo Porto de Oliveira (UTFPR) eduardo.2001@alunos.utfpr.edu.br
Paulo Antonio Reaes (UTFPR) p.reaes@gmail.com
Jonathas Machado Cavalcante (UTFPR) jonathasmcavalcante@hotmail.com

Resumo:
A obtenção de vantagem competitiva e a diferenciação no mercado são essenciais para uma organização se destacar e prosperar. Nesse contexto, a utilização de um sistema de manufatura flexível pode ser uma fonte de vantagem e diferenciação, entretanto, implementar o Sistema Toyota de Produção ainda é um grande obstáculo para empresas pela falta de aplicação das ferramentas disponíveis. Desta forma, o presente trabalho se propõe a estudar o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), uma ferramenta bastante conhecida que faz parte do conjunto das técnicas e conceitos da manufatura enxuta. Além do estudo teórico conceitual através da leitura e estudo dos referenciais bibliográficos sobre o tema, realizar-se-á um levantamento estatístico de vários estudos de caso em que são aplicadas aos procedimentos de implementação do MFV. Através da análise criteriosa dos artigos com as maiores reduções de *lead time*, constatou-se que na literatura e em artigos publicados essas ferramentas são apresentadas de forma teórica, porém existem poucas fontes relacionadas à aplicação da ferramenta de forma prática na indústria. Portanto, o escopo deste trabalho é elencar esses procedimentos, discorrer sobre elas e apresentar exemplos práticos, de casos reais, em quem esses procedimentos foram aplicados com sucesso.

Palavras chave: Manufatura enxuta, Mapeamento do Fluxo de Valor, Eliminação de desperdícios, Sistema Toyota de Produção, procedimentos do MFV.

Listing procedures from implementation of Value Stream Mapping for practical application

Abstract:
Obtaining competitive advantage and market differentiation are essential for an organization to excel and thrive. In this context, the use of a flexible manufacturing system can be a source of advantage and differentiation; however, the implementation of the Toyota production system is still a major obstacle for companies due to a lack of application of the available tools. In this way, the present work proposes to study Value Stream Mapping, a very recent and known tool that is part of the set of techniques and concepts of lean manufacturing. In addition to the conceptual theoretical study through the reading and study of the bibliographic references on the subject, a statistical survey will be made of several case studies in which they are applied to the procedures of implementation of the VSM. Through the careful analysis of the articles with the largest reductions in lead time, it was found that in the literature and in published articles these tools are presented in a theoretical way, but there are few of them applied in industries and even fewer if they were successful or not. Therefore, the scope of this work is to list these

procedures, to discuss them and to present practical examples of real cases in which these procedures were successfully applied.
Key-words: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, disposal of waste, Toyota Production System, VSM procedures.

1. Introdução

A competitividade no mercado é grande e, para se vencer entre tantos concorrentes devem-se ter preços, prazos e níveis de qualidade diferenciados com relação aos concorrentes. Para se obter tais resultados é necessária uma contínua evolução na gestão da produção e nos seus "métodos", além de ser preciso também, redução dos custos para se atingir uma margem de lucro satisfatória. Entre os mais conhecidos exemplos dessa evolução está a filosofia *Lean Manufacturing*, ou Manufatura Enxuta, que surgiu nos anos 60 na *Toyota Motor Corporation*, e logo se tornou referência mundial, pois visa sempre a eliminação de desperdícios, assim como a flexibilização da produção e a qualidade dos produtos (OHNO, 1997).

Segundo o mesmo autor, eliminar totalmente os desperdícios é o foco do sistema de produção enxuta. Dentre as várias ferramentas existentes para se identificar os desperdícios está o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), que segundo Rother e Shook (2003), permite a visão do fluxo de materiais desde a matéria prima até as mãos do consumidor, desta forma é possível identificar e eliminar tudo o que for desnecessário.

O objetivo deste trabalho é fazer um guia ou roteiro didático apresentando os procedimentos de implementação do MFV, através de pesquisas na literatura e em estudos de caso, documentar a sua aplicação, verificar os resultados, e elaborar de forma didática, um material abordando cada procedimento com exemplos práticos e reais, com números e resultados de aplicação dos procedimentos deste nas indústrias.

A produção enxuta é 'enxuta' por utilizar menores quantidades de tudo. Comparando-se com a produção em massa: metade dos esforços dos operários na fábrica, metade do esforço para a fabricação, metade do investimento das ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolverem novos produtos em metade do tempo. Requer também, menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK e JONES, 2004, p.42).

Womack e Jones (2004) ainda acrescentam que um dos principais focos da manufatura enxuta, senão o principal, é a eliminação de desperdícios, e é nesse ponto que se encaixa o MFV. Para compreender o princípio desse mapeamento de forma mais clara é necessário entender os conceitos de valor, fluxo de valor e desperdícios que serão explanados a seguir.

1.1 Valor e Fluxo de Valor

O conceito de valor, de um bem ou de um serviço, está diretamente relacionado à visão do cliente final, independentemente deste valor ser unicamente agregado pelo produtor ou não. Para Womack e Jones (2004) o valor é o ponto essencial para implantação da manufatura enxuta e, como o valor é definido pelo cliente final, o pensamento enxuto se volta principalmente para as necessidades deste.

Por outro lado, segundo Schonberger (1986), é importante ressaltar que nem todas as operações que são realizadas agregam valor ao produto, ocorrendo a seguinte divisão: atividades que não agregam valor (*Non-value Aggregate Activities* – NVAA) e atividades que agregam valor (*Value Aggregate Activities* – VAA).

Já o fluxo de valor, segundo Rother e Shook (2003), é toda ação, que agregando valor ou não, seja necessária para trazer um produto por todos os seus fluxos essenciais, isto é, o fluxo de produção desde a demanda do consumidor até o próprio consumidor. A definição de fluxo de valor não se implica apenas nas situações pontuais, mas na visão do processo como um todo, diferenciando-se assim o MFV das demais ferramentas existentes na manufatura enxuta.

1.2 Mapeamento de Fluxo de Valor

Mapear o fluxo de valor é percorrer o caminho de todo o processo de transformação de material e informação do produto. O mapeamento de fluxo completo é muito abrangente, pois pode envolver outras unidades produtivas e até outras empresas.

A estrutura da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor trabalha com dois mapas principais do fluxo de valor: o mapa atual, que é a situação de momento da linha de produção; e o mapa futuro, o qual se deseja implantar; definindo assim três pontos importantes desta ferramenta: o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta de melhoria contínua, a definição das melhorias leva em consideração a visão do cliente e a comunicação com outras ferramentas de produção para maximizar seus efeitos.

Para Rother e Shook (2003) as principais vantagens do MFV são: a ferramenta ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais e a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes causadoras de desperdício. O MFV fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura, além de tornar o fluxo visível a todos, abrindo espaço para opiniões e discussões. Ele une conceitos e técnicas enxutas, que ajudam a evitar a aplicação de algumas técnicas isoladamente, forma a base de um plano de implantação.

O desenho de como o fluxo de valor total de porta-a-porta deveria tornar-se referência e uma meta comum a ser atingida, apresentando a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material. Portanto, é uma ferramenta qualitativa que descreve, em detalhes, qual é o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

1.2.1 Elementos do MFV

De acordo com Rother e Shook (2003), os elementos de fluxo de valor podem ser divididos em três categorias principais: fluxo de material, fluxo de informação e ícones gerais. esses três conceitos serão descritos a seguir.

Elementos de fluxo de material são divididos em quatro categorias: processo, empresa, transporte e estoque. Para indicar um processo no mapa de fluxo é utilizada a caixa de processo, a qual indica o processo no qual o material está fluindo, um conjunto de operações fisicamente próximas nas quais o material flui sem criar estoques intermediários significativos. Na prática, os vários processos que possuem um fluxo que possa ser considerado enxuto podem ser tratados numa única caixa de processo

Em conjunto com a caixa de processo há caixa de dados na qual devem ser inseridas informações relevantes para o processo. Segundo Rother & Shook (2003) as mais utilizadas são: tempo de ciclo (intervalo de tempo da saída de peças da linha de produção), tempo de troca (tempo destinado à preparação para a produção), disponibilidade, tamanho dos lotes de produção, número de operações, variações do produto, tamanho de embalagem, tempo de embalagem, tempo de trabalho e taxa de refugo.

Vale ressaltar que existem diversos outros símbolos utilizados para a construção dos mapas, os quais são encontrados facilmente ao realizar-se uma breve pesquisa nas bibliografias relacionadas ao tema.

2. Levantamento do estado atual

O primeiro passo a ser seguido é determinar as demandas do consumidor para o produto que será analisado e adicionar este elemento no canto superior direito do mapa, com o elemento fábrica e uma caixa de dados.

A segunda etapa consiste no uso de caixas de processo para desenhar os processos básicos de produção, desenhando-se o fluxo de material da esquerda para a direita, na parte central e inferior do mapa. Devem ser indicados também os pontos de acúmulo de estoque, supermercados e outros pontos de acúmulo de material. De acordo com Rother e Shook (2003), as informações anexadas devem ser colhidas no fluxo real da linha e informações de documentos devem ser descartadas, pois raramentem refletem a realidade da linha de produção.

Ao final, calcula-se o *lead time*, que segundo Rother e Shook (2003), é o tempo que uma peça leva para mover-se ao longo de todo um processo ou fluxo de valor, do começo ao fim. Com o *lead time* calculado temos o mapa do estado atual concluído

3. Mapa de estado futuro

O mapa de estado futuro é criado a partir do estado atual, a partir dos conceitos de manufatura enxuta, construindo uma cadeia de produção na qual os processos individuais são articulados aos seus clientes, seja através de fluxo contínuo ou por processo puxado. Dessa forma cada processo será capaz de produzir apenas o que os clientes necessitam e quando necessitam, ou se aproximar o máximo possível dessa necessidade (ANDRADE, 2002). Para a criação do mapa futuro é fundamental o controle de desperdício, toda atividade que não agrega valor ao produto, que segundo Hines e Rich (1997) classificam os desperdícios em sete tipos diferentes: superprodução, espera, transportes, processo inapropriado, estoques desnecessários, movimentos desnecessários e defeito.

Para a construção do mapa de estado futuro, segundo Rother e Shook (2003), oito questões devem ser consideradas, as quais também são conhecidas como ferramentas do MFV:

1 Qual é o *Takt time* (Relação entre tempo de trabalho disponível e demanda)?

2 A produção será realizada para um supermercado de produtos acabados ou para a expedição?

3 Onde é possível implementar o fluxo contínuo?

4 Onde será necessária a utilização de supermercados de produção para controle dos processos anteriores?

5 Em que ponto da cadeia produtiva será programada a produção?

6 Como o *mix* de produção será nivelado no processo puxador?

7 Quais as quantidades de incremento de trabalho serão liberadas e com qual frequência no processo puxador?

8 Quais melhorias serão necessárias para que os processos se comportem como projetado do estado futuro?

Para que estas questões sejam respondidas deve-se ter conhecimento dos conceitos envolvidos que visam a melhoria do fluxo e a minimização de desperdícios, os quais colaboram também para a construção do mapa futuro, estes são:

1 Produzir de acordo com o *takt time* significa produzir apenas o que o cliente necessita e quando ele necessita. Para que isso ocorra o tempo de ciclo deve tender ao valor do *takt time*, sincronizando a capacidade da planta com a necessidade do cliente;
2 Desenvolver um fluxo contínuo onde possível consiste em tentar a implementação de uma linha de produção na qual o item passe de um estágio a outro da produção sem nenhuma parada (ROTHER; SHOOK, 2003);
3 Usar supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não puder ser aplicado consiste no uso destes como pontos de transição entre fluxos de velocidades diferentes;
4 A programação do cliente para apenas um processo de produção deve ser evitada. A partir de um ponto único que recebe a programação a ser executada em todo o fluxo é estabelecido o "processo puxador". Segundo Rother e Shook (2003), geralmente este processo é o mais próximo ao cliente final, e a maneira como a produção é controlada neste processo define o ritmo para todos os processos anteriores.
5 Deve ocorrer o nivelamento do *mix*, a produção de diferentes produtos deve ser distribuída uniformemente durante um período de tempo (ROTHER; SHOOK, 2003);
6 É necessário que se estabeleça um ritmo na liberação dos incrementos de produção, para que se mantenha a noção do *takt time* e possibilite que o andamento da produção seja monitorado. Ademais, utilizando-se "passos mais curtos", a flexibilidade frente às mudanças nos pedidos por parte dos clientes aumenta (ROTHER; SHOOK, 2003);
7 Através da redução dos tempos de troca e produzindo lotes menores nos processos anteriores, esses processos serão capazes de responder às mudanças posteriores mais rapidamente. Por sua vez, eles requererão ainda menos estoque nos supermercados (ROTHER; SHOOK, 2003).

4. Proposta de guia e roteiro didático para o ensino dos procedimentos do MFV

A partir de estudos de casos, artigos, trabalhos acadêmicos, vídeos, jogos, *softwares* e dinâmicas levantados e selecionados na literatura, apresenta-se uma proposta de guia e roteiro didático para o ensino dos procedimentos do MFV a serem utilizados nas disciplinas de Gestão da Produção e Manufatura Enxuta nos cursos de engenharia.

4.1 Aplicação dos Sete Procedimentos para redução dos desperdícios

Nos próximos subitens são apresentados os sete procedimentos para redução dos desperdícios ilustrados com exemplos reais que demonstram uma otimização na produção.

4.1.1 Produção de acordo com o *takt time*

O *takt time* é calculado dividindo-se o tempo de trabalho disponível por turnos pela quantidade de produtos requerida pelos clientes neste intervalo. Rahani e Al-Ashraf (2012) falam, em sua publicação, de uma indústria de autopeças da Malásia que não conseguia atender a demanda diária de uma linha de produção de discos frontais, isto é, essa linha não conseguia produzir de acordo com o *takt time*.

Para solucionar este problema foi feita uma cronoanálise desta linha, juntamente com a redistribuição do trabalho e readequação do layout, o que permitiu uma redução no tempos das máquinas e nos tempos de intervenção humana, possibilitando uma diminuição do tempo de

ciclo em aproximadamente 15%, como visto na Tabela 1 abaixo. Assim, a linha passou a produzir de acordo com o *takt time* e a atender a demanda diária de discos frontais.

	Machine	OP10	OP 20	OP 30	OP 40/1	OP 40/2	OP 50	OP 60	OP 70	OP 80	Total time
Initial	Man time (s)	0	0	0	18.75	20.46	15.28	22.12	8.01	9.78	94.4
	Machine time (s)	33.11	46.55	34.99	48.58	59.46	34	49.02	15	28.64	349.35

	Machine	OP10	OP 20	OP 30	OP 40/1	OP 40/2	OP 50	OP 60	OP 70	OP 80	Total time
Initial	Man time (s)	0	0	0	7.09	16.13	15.28	22.12	8.01	9.78	78.41
	Machine time (s)	33.11	46.55	34.99	33.69	24.83	34	49.02	15	28.64	299.83

Tabela 1- Tempos de operação e de máquinas antes (acima) e depois (abaixo)
Fonte: Rahani e Al-Ashraf (2012)

Já Lima e Zawislak (2003) analisaram linhas de produção de empresas de borracha e ferro que apresentavam elevados estoque de segurança e tempos de *setup* de máquina, o que fazia com quem essas linhas tivessem dificuldade de produzir de acordo com o *takt time*. Foram feitas diversas melhorias, abrangendo inclusive outros procedimentos do MFV, como fluxo contínuo, supermercados, nivelamento do mix de produção, fazendo com que as linhas em análise passassem a produzir conforme o *takt time*.

4.1.2 Desenvolver um fluxo contínuo onde for possível

No exemplo de Rahani e Al-Ashraf (2012), já citado anteriormente, o foco era fazer com que a linha de produção fosse capaz de atender a demanda diária de discos frontais. Para isso, entre outras coisas, foi implantado o fluxo contínuo onde foi possível, eliminando assim os estoques intermediários, reduzindo o tempo de ciclo em aproximadamente 15%, levando a linha atender a demanda diária.

No trabalho de Sullivan, McDonald e Aken (2002) foi analisada uma *transfer line* altamente robotizada. Para esta aplicação foram envolvidos alguns dos procedimentos do MFV, dentre eles o fluxo contínuo, eliminando os estoques intermediários entre processos. Com a aplicação desse e de outros procedimentos do MFV conseguiu-se melhorias significativas no processo com a redução do lead time de 93% e uma consequente otimização dos tempos do processo de produção como um todo.

Já o artigo de Lima e Zawislak (2003) analisou linhas de produção de diferentes indústrias de transformação, com o objetivo de fazer melhorias no processo em busca de vantagens no mercado de autopeças, o qual é muito competitivo, dentre as linhas analisadas, destacam-se as de borracha e ferro. O cenário anterior destas linhas não era ruim, elas apresentavam problemas com elevados estoques de segurança e elevados tempos de *setup* de máquina. Para que melhorias fossem realizadas, o processo produtivo passou a se basear no fluxo de produção contínuo, neste caso puxado pelo cliente. Assim, foram sugeridos acordos de fornecimento com os principais fornecedores e contratos de fornecimento para os principais clientes.

EMPRESAS	*LEAD TIME* ATUAL (DIA)	*LEAD TIME* FUTURO (DIA)	REDUÇÃO (%)	TEMPO DE AGREG. DE VALOR ATUAL (HH:MM:SS)	TEMPO DE AGREG. DE VALOR FUTURO (HH:MM:SS)	REDUÇÃO (%)	*TAKT TIME* (HH:MM:SS)
Borracha Ltda.	74,88	8	89,32	77:47:00	05:25:00	93,04	08:48:00
Chapa Ltda.	10,38	10,2	1,73	04:28:05	00:21:31	91,82	00:22:57
Ferro Ltda.	180,8	22,5	87,56	18:45:19	01:09:19	93,84	14:04:48
Fibra Ltda.	**23,1**	**19**	**17,75**	**01:36:00**	**00:50:00**	**47,92**	**04:24:00**
Latão Ltda.	31,22	15,5	50,35	00:17:16	00:06:22	63,13	00:07:08
Cabo Ltda.	**0,79**	**1,6**	**- 102,53[1]**	**00:04:20**	**00:00:90**	**65,38**	**01:28:00**
Plástico Ltda.	**12,3**	**10**	**18,7**	**00:02:13**	**00:02:13**	0	**01:36:00**

Figura 1 - Resultados da aplicação do MFV nas empresas analisadas
Fonte: Lima e Zawislak (2003)

4.1.3 Uso de Supermercados para controlar a produção onde o Fluxo Contínuo não puder ser aplicado

No artigo de Sullivan, McDonald e Aken (2002), já citado como exemplo no item 4.1.2 para o fluxo contínuo, é lembrado novamente pois também foi aplicado o conceito de supermercados. Nos pontos onde foi possível o fluxo contínuo este foi aplicado, porém houveram pontos onde não foi possível aplicá-lo, nestes foi aplicado o uso de Supermercados, ou a criação de sistemas puxados com supermercados, o que também levou a eliminação dos estoques intermediários entre processos, contribuindo com a redução do *lead time* e com a diminuição do tempo de ciclo e otimização dos tempos do processo produtivo como um todo.

4.1.4 Evitar a programação do cliente para apenas um processo de produção

Segundo Rother e Shook (2003), geralmente este processo é o mais próximo ao cliente final e, a maneira como a produção é controlada neste processo define o ritmo para todos os processos anteriores. Em outras palavras, pode-se dizer que este procedimento é aplicado através do uso de um Sistema Puxado com Supermercado. Também segundo Rother e Shook (2003) o processo puxador é frequentemente o último processo em fluxo contínuo no fluxo de valor porta-a-porta. No mapa de estado futuro, este processo puxador é o controlado pelos pedidos dos clientes externos.

Tendo como base novamente a aplicação de Sullivan, McDonald e Aken (2002), notou-se que a linha, mesmo com toda robotização, possuía um alto *lead time* e por vezes não conseguia atender ao *takt time*, isto é, a demanda do cliente. Para solucionar estes problemas foram aplicados alguns dos procedimentos do MFV como fluxo contínuo, nivelamento do *mix* e do volume de produção, entre os quais a criação de Sistemas Puxados com Supermercado, o qual em conjunto com os demais procedimentos aplicados possibilitou diversas melhorias para esta linha, entre elas, uma alta redução no *lead time*, de até 93%.

4.1.5 Nivelamento do *mix* de produção

Em outro estudo de caso, realizado por Elias, Oliveira e Tubino (2011) em uma indústria de gesso de porte médio, em torno de 100 funcionários, a qual não possuía nenhum conhecimento sobre manufatura enxuta. Não havia nenhuma movimentação dos líderes para que instigassem os funcionários a buscar melhorias no processo, como *kaizens*, tão pouco eram orientados quanto a questão dos desperdícios.

Diante deste cenário, observou-se a necessidade de diminuir o *lead time* do processo, aumentar a disponibilidade da fábrica e aumentar a capacidade de produção. Para tanto, foi realizado o

kaizen do processo e foram elencadas algumas iniciativas importantes para se conseguir um estado futuro mais enxuto, tais como a mecanização do setor de autoclaves, desenvolvimento de um sistema *kanban* para a matéria-prima, dentre outras.

O estudo de caso não apresenta os resultados, porém faz uma estimativa dos resultados esperados, depois de feitas as melhorias estabelecidas no plano de ação, os quais são apresentados na Figura 6 a seguir que mostra os dados atuais e a expectativa dos dados futuros bem como a estimativa de ganho:

Indicador	Antes	Depois	Ganho
Estoque gipsita calcinada	44 dias	0 dias	100%
Estoque produto acabado	44 dias	22 dias	50%
Lead Time	102 dias	34,3 dias	66%
Disponibilidade fornos	80%	90%	12,5%
Disponibilidade Moinhos	86%	90%	4,6%

Figura 2- Comparativo dos resultados esperados
Fonte: Elias, Oliveira e Tubino (2011)

4.1.6 Nivelamento do volume de produção ou criação de uma "puxada inicial"

No artigo de Lima e Zawislak (2003) analisou-se diferentes linhas de produção em diferentes indústrias de transformação, dentre as quais destacaram-se as principais: borracha, ferro e cabo. Estas linhas apresentavam problemas na cultura de ter elevados estoques de segurança e elevados tempos de *setup* de máquina. Entre outros procedimentos, utilizou-se um sistema de *kanban* interno, como fluxo de informação, para nivelar o volume de produção e para que fosse criada uma "puxada inicial", isto é, foi utilizada a técnica de envio da programação para o primeiro processo da cadeia produtiva. Com a aplicação desse e dos demais procedimentos, foram obtidas diversas melhorias, entre elas uma grande redução no *lead time*, porém não foram obtidos dados quantitativos para este exemplo.

Um caso ainda não citado neste trabalho é o artigo de Hines, Rich e Esain (1998), o qual analisou um proeminente distribuidor de componentes mecânicos, elétricos e eletrônicos. Neste estudo, aplicou-se os procedimentos do MFV convencionais e também as ferramentas de mapeamento de desperdícios expostas no trabalho de Hines e Rich (1997). Aplicando estas ferramentas, o autor identificou pontos de melhoria e traçou um plano para implantação do MFV e seus procedimentos bem como as demais ferramentas utilizadas em conjunto ao MFV. Este plano foi dividido em cinco fases. Na quarta fase, a qual foi chamada de Fase Puxada, onde foi criado um sistema *kanban* para nivelar o volume de produção, organizar, coordenar e finalizar a implementação de processos puxados de produção. Isto possibilitou diversas melhoras para esta empresa, como reduções drásticas no *lead time*, redução de estoques a níveis extremamente baixos, entre outras.

4.1.7 Desenvolver a habilidade de fazer "toda peça todo dia" nos processos de fabricação anteriores ao processo puxador

Em geral o que é feito é registrar o tamanho dos lotes ou "TPT" nas caixas de dados. O "TPT" significa "toda peça todo ...", onde as reticencias representam um determinado tempo que pode ser definido como dia, semana, turno, hora, *pitch* ou *takt*. Isto é utilizado para descrever a frequência com que um processo é modificado para produzir todas as variações de uma peça. Em muitas indústrias, para peças com lotes numerosos, um objetivo inicial é fazer ao menos "toda peça todo dia".

Tomando como referência novamente o trabalho de Rahani e Al-Ashraf (2012), foram notados diversos motivos para a incapacidade de atendimento à demanda, dentre eles pode-se citar elevados tempos de trocas, elevados tempos de utilização das máquinas, pois este procedimento do MFV em questão não era do conhecimento da empresa. Então, os autores analisaram a situação e propuseram a aplicação deste procedimento para reduzir os desperdícios e ineficiências de modo que esta linha fosse capaz de produzir de acordo com o *takt time*. Calculando-se o tamanho dos lotes iniciais nos processos de fabricação, aliado a aplicação de outros procedimentos do MFV, conseguiram-se diversas melhorias, dentre elas a redução do tempo das máquinas e no tempo de troca, possibilitando uma redução no *lead time* de aproximadamente 15%. Assim, esta linha tornou-se capaz de atender a demanda.

4.2 Software para auxílio na aplicação do MFV e seus procedimentos na prática

Aplicar o MFV e seus procedimentos na prática parece algo simples, porém nem sempre é tão simples quanto aparenta ser. Demanda tempo de trabalho e dedicação de todos numa indústria, desde gestores, diretores, supervisores, até os operários do chão de fábrica. Para auxiliar a implantação do MFV e seus procedimentos na indústria existem ferramentas que facilitam o trabalho de implantar e testar o MFV mais rapidamente na linha de produção.

Um tipo de ferramenta que pode auxiliar na implantação do MFV na indústria é algum tipo de *software* que seja desenvolvido com este intuito e de fácil utilização e aplicação. Como exemplo, existe o software FlexSim VSM para fazer o mapeamento de fluxo de valor. Este software permite que seja feita o mapa atual da planta, bem como todos os indicadores necessários para analisar a situação atual e perceber quais melhorias são necessárias no processo. A partir disso, aplicando os procedimentos do MFV, ele mostra possibilidades da situação futura da planta, já com as melhorias feitas, com resultados quantitativos e qualitativos.

4.3 Exemplo completo do uso do MFV

O artigo de Marodin e Zawislak (2005) trata da aplicação do MFV em uma empresa madeireira nacional que fabrica molduras, painéis e componentes em madeira para a construção civil, exportando 100% de sua produção. Para compreender melhor o funcionamento da empresa deve-se compreender a organização da sua cadeia de valor. A cadeia de valor nesta empresa foi dividida em três etapas distintas: fonte de matéria-prima (o manejo dos reflorestamentos), as serrarias (transformação das toras em tábuas) e transformações secundárias, as quais dão origem ao produto final.

Para a aplicação do MFV foi escolhida apenas uma das etapas da cadeia de valor da empresa, a terceira etapa ou de transformações secundárias, pois se vislumbrou a possibilidade de maiores ganhos. Com o levantamento dos dados feito, elaborou-se então o mapa do estado atual, o qual é mostrado na Figura 2, sendo o fluxo de informação mostrado na parte superior e o fluxo de produção na parte inferior.

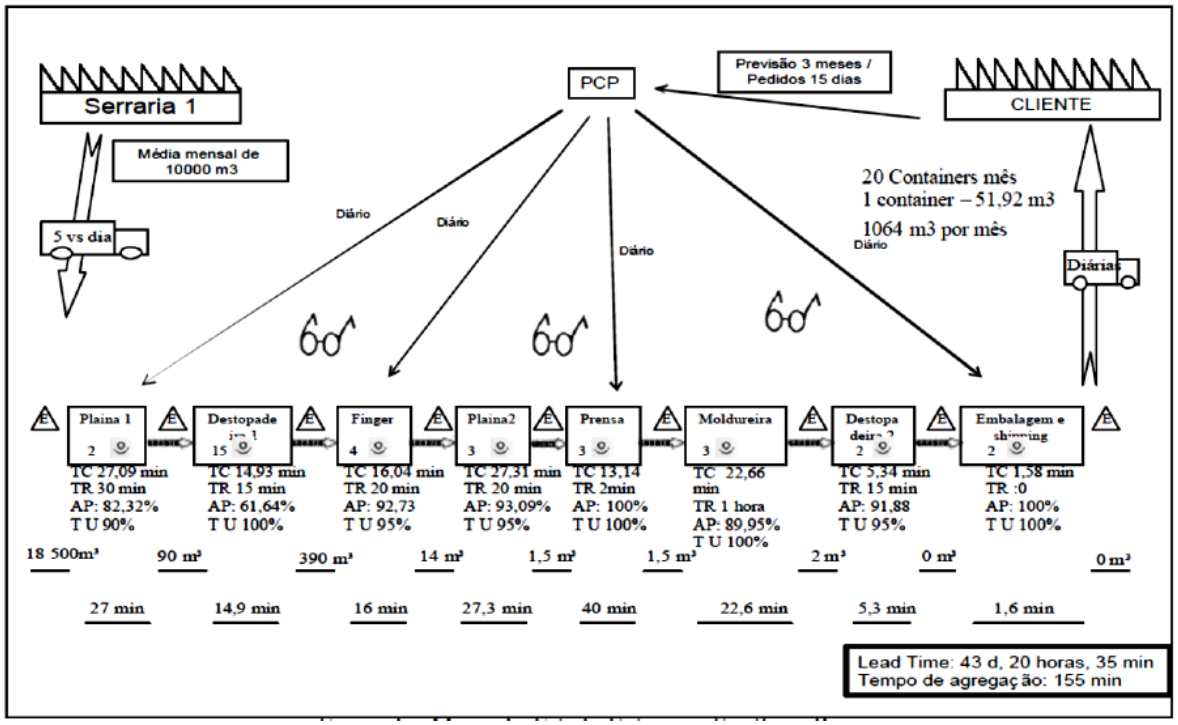

Figura 3 - Mapa do estado atual da indústria madeireira
Fonte: Marolin e Zawislak (2005)

Por meio do mapa do Estado Atual foram detectados os gargalos existentes na produção dos *boards*. Notou-se a existência de altos níveis de estoques intermediários devido a falta de comunicação entre a indústria e a serraria. Dados fornecidos pela empresa dimensionam este estoque em 10.000 m³ de madeira serrada, porém a contagem métrica feita nestes estoques no pátio estimou em 18.000 m³ de madeira, equivalente a 55% a mais em relação ao dado apresentado pela empresa. Isso demonstra o estado de desorganização da empresa na administração dos estoques intermediários.

Com base em diversos outros conceitos de *lean manufacturing* foram realizados diversos ajustes na produção da madeireira, tendo como fundamentação uma verificação real dos dados do sistema, da mesma forma como visualizado acima. A partir dessas constatações confeccionou-se então o mapa do estado futuro, apresentado na Figura 3 a seguir.

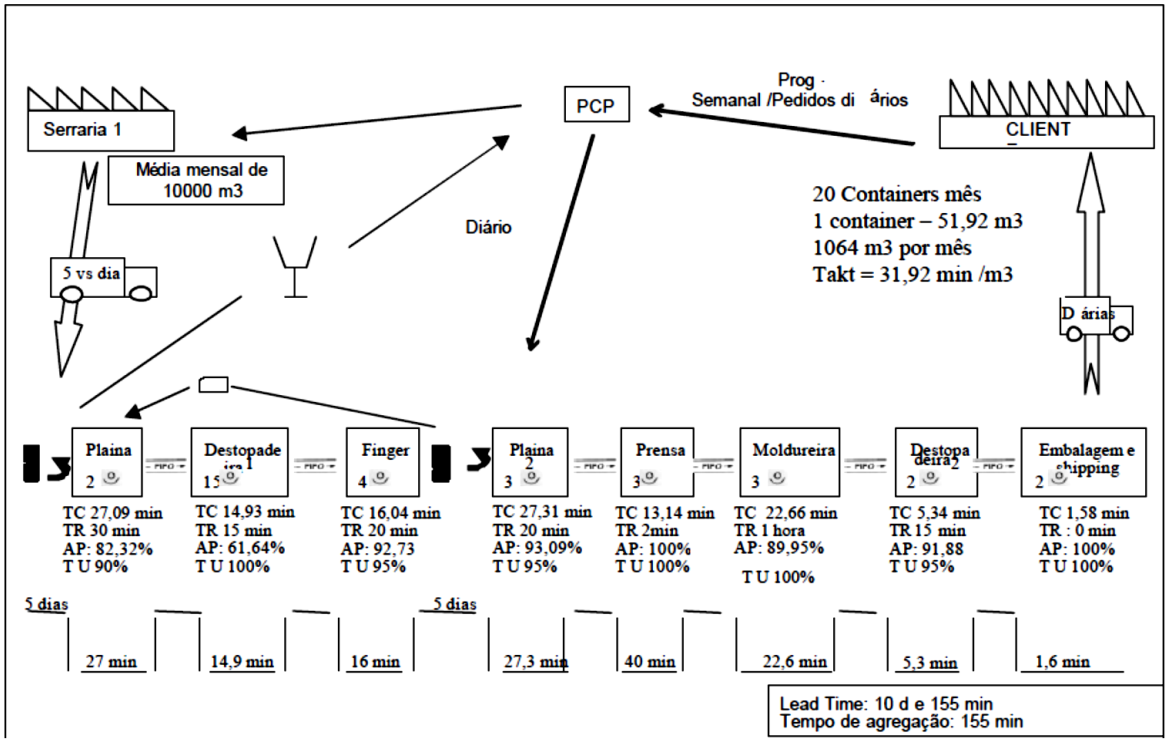

Figura 4 - Mapa do estado futuro da indústria madeireira
Fonte: Marodin e Zawislak (2005)

Os resultados após a aplicação da mentalidade enxuta e do MFV nesta empresa foram muito satisfatórios. Foi obtida uma redução de 77% no *lead time* total, fazendo com que a empresa possa oferecer uma entrega no prazo aos seus clientes e, também reduzindo os estoques intermediários. Comprovou-se que a empresa pode operar com 27,4% dos estoques atuais, o que levando-se em conta o custo contábil, acarreta numa redução de 80% do valor do estoque e aumenta o capital de giro da empresa. Estes resultados, comparando o estado atual com o estado futuro, podem ser observadas na Figura 4, que mostra os resultados comparado com o que acontecia antes e o que passou a acontecer após a implementação das melhorias.

Estados	Atual	Futuro
Lead Time	43,8 horas	10 horas
Agregação de Valor	2,6 horas	2,6 horas
Total de Não Agregação	1049,9 horas	239,9 horas
Estoque	18 500 m³	3220 m³
Custo contábil	R$ 3,5 milhões	R$ 0,7 milhões

Figura 6 - Comparação entre o estado atual e o estado futuro
Fonte: Marodin e Zawlslak (2005)

5. Conclusões

O artigo teve como objetivo a criação de um guia prático para empresas que desejam implantar o MFV, facilitando a compreensão das etapas a serem seguidas durante a implementação da ferramenta de otimização. O artigo visa também o auxílio de professor que procuram um guia para a explicação do MFV, mostrando casos de aplicação prática. Durante o estudo foram levantados diversos artigos, trabalhos acadêmicos e outras fontes, que deram base ao trabalho, contribuindo para que os objetivos estabelecidos fossem atingidos.

Por fim, pode-se concluir que o Mapeamento de Fluxo de Valor é uma ferramenta muito mais simples do que aparenta ser à distância, pois agrega dados relacionados ao tempo de produção e desperdício num mapa atual e, através dos conceitos de manufatura enxuta, busca a otimização da produção a partir da criação de uma mapa de fluxo de valor futuro.

Referências

ANDRADE, M. O. *Representação e análise de cadeias de suprimentos: uma proposta baseada no mapeamento do fluxo de valor*. 2002. 123 f. Dissertação (mestrado em produção) - Universidade de São Paulo, Escola de engenharia de São Carolos, São Carlos, 2002.

ELIAS, S.J.B.; OLIVEIRA, M.M.; TUBINO, D.F. *Mapeamento do Fluxo de Valor: Um Estudo de Caso em uma Indústria de Gesso.* Revista ADMpg Gestão Estratégica, v. 4, n. 1, 2011

Flex Sim. Disponível em <www.flexsim.com/pt/> Acesso em: 15 de maio de 2018.

HINES, P.; RICH, N. *The Seven Value Stream Mapping Tools.* International Journal of Operations and Production Magement, Vol. 17. No. 1, 1997, p. 46-64.

HINES, P.; RICH, N.; ESAIN, A. *Creating a Lean Supplier Network: A Distribution Industry Case*. European Journal of Purchasing & Supply Management, Volume 4, 1998, p. 235 – 246.

LIMA, M.L.S.C.; ZAWISLAK, P.A. *A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PME's.* Revista Produção v. 13, n. 2, 2003.

MARODIN, G.; ZAWISLAK, G. *Mapeamento do Fluxo de Valor em Empresa Madeireira*. XII SIMPEP, Bauru – SP, Brasil, 7 a 9 de Novembro de 2005.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Bookman, Porto Alegre, 1997.

RAHANI, A.; AL-ASHRAF, M. *Production Flow Analysis Through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study*. International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors, 2012.

ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a Enxergar.* São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SCHONBERGER, R.J. *World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied*, 2006.

SULLIVAN, W.G.; MCDONALD, T.N.; AKEN; E.M.V. *Equipment Replacement Decisions and Lean Manufacturing*. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, Volume 18, Number 3, 2002, p. 255 – 265.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.* 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.