

Proposta de melhoria de fluxo em uma empresa de embalagem plástica com sistema produtivo em lote e arranjo setorial através do Mapeamento do Fluxo do Valor

Bruna Rosso Bez Fontana (Universidade Federal de Santa Catarina) brunarbf@gmail.com
Caetano Fontana Bez Batti (Universidade Federal de Santa Catarina) caetanofontana@gmail.com
Davi Xavier dos Santos Muraro (Universidade Federal de Santa Catarina) davimuraro@gmail.com
Flávio André Kaminishi (Universidade Federal de Santa Catarina) fkaminishi@gmail.com
Fernando Antônio Forcellini (Universidade Federal de Santa Catarina) forcellini@gmail.com

Resumo:

O presente artigo tem como objetivo apresentar a aplicação de um Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) em uma empresa de embalagem plástica com produção em lote e arranjo setorial. Tem como proposta mostrar as escolhas e as adaptações das principais ferramentas do Lean, como Supermercado, *Kanban*, etc. neste tipo de sistema produtivo. Com a proposição destas ferramentas no estado futuro, é possível vislumbrar uma redução de 66% no tempo de atravessamento (Lead Time), estoque de produtos acabados e entre processos.

Palavras chave: MFV, mapeamento do fluxo de valor, produção em lote, arranjo setorial, job shop.

Proposal for flow improvement in a plastic packaging company with batch production system and sector layout using the Value Stream Mapping

Abstract:

This article aims to present the application of a Value Stream Mapping (VSM) in a plastic packaging company with batch production and sectorial arrangement. Its proposal is to show the choices and adaptations of the main tools of Lean, as Supermarket, *Kanban*, etc. in this type of production system. With the proposition of these tools in the future state, it is possible to envisage a 66% reduction in throughput time (lead time), finished goods and inventory between processes.

Palavras chave: VSM, VSD, batch production, sectorial arrangement, job shop.

1 Introdução

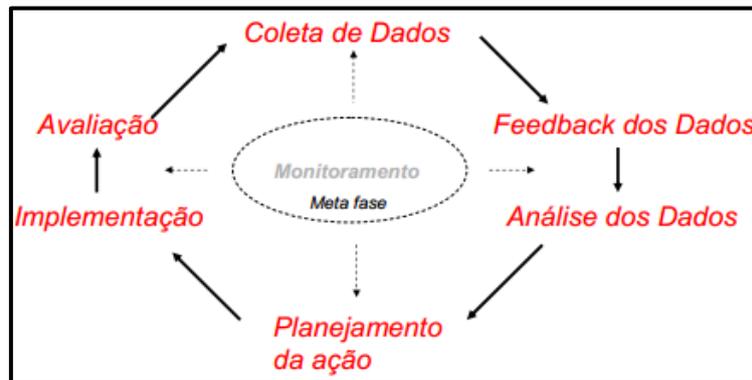
A crescente competitividade do mercado e a exigência dos consumidores aumentando são fatores que fazem com que a sobrevivência das empresas seja um desafio cada dia maior. No final dos anos 1980 e início dos anos 1990, foi apresentada uma abordagem sistematizada que se destacava por possuir aversão qualquer tipo de desperdícios e enfatizar que o fluxo contínuo faz com que a empresa seja mais eficiente (WOOMACK, E JONES, 1997). Ela foi denominada abordagem Lean (ou abordagem enxuta). Também é conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP) e foi desenvolvido e promovido pela Toyota Motor Corporation. (MONDEN, 2012).

A abordagem Lean é um conjunto de princípios não muito complexos de serem ensinados no que diz respeito a atividades operacionais. Ela já foi estudada diversas vezes e utilizada por muitas empresas em todo o mundo (LIKER, 2008).

O presente artigo tem como objetivo apresentar a aplicação de um Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) em uma empresa localizada no estado de Santa Catarina. Apesar de já ser utilizada de forma eficaz em diversas organizações ao redor do mundo, muitas empresas,

sobretudo brasileiras, não empregam as técnicas a ela associada e muito menos enxergam as vantagens competitivas com a sua aplicação. O trabalho realizado vem nesse sentido e procura evidenciar os benefícios que se podem extrair desta ferramenta.

Sendo este um estudo de campo empírico aplicado, que visa solucionar um problema específico e gera conhecimento na área de engenharia de produção, a abordagem metodológica utilizada será a pesquisa-ação, segundo classificação de Silva e Menezes (2001). A Figura 1 ilustra como Coughlan e Coughlan (2005) representam o método da pesquisa-ação.



Fonte: Coughlan e Coughlan (2005)

Figura 1 - representação do método da pesquisa-ação

2 Referencial Teórico

Como forma de melhor compreender este estudo, tem-se neste tópico as principais ferramentas e técnicas utilizadas no projeto. Os conceitos abordados foram aplicados para a elaboração da proposta do Mapa do Estado Futuro.

2.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

Quando falamos em fluxo de valor nos referimos a qualquer atividade necessária de criação, produção ou oferta de um produto, necessária para conduzir o mesmo da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, da matéria-prima às mãos do cliente (WOMACK e JONES, 1997).

Segundo Rother e Shook (2003), o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta que auxilia a enxergar e entender um fluxo de material e de informações específico na medida em que um produto segue o seu fluxo de valor. Algumas das vantagens da elaboração desse tipo de mapeamento estão em (i) permitir uma visão agrupada do fluxo e não de processos individuais, (ii) permitir a identificação não só dos desperdícios, mas da fonte deles e (iii) formar a base de um plano de implementação (ROTHER e SHOOK, 2003).

Uma vez tendo o estado atual bem estabelecido através do mapeamento, o próximo passo é criar o estado futuro buscando descrever o que irá ser feito para que a unidade produtiva otimize o seu fluxo de valor sempre focando em aumentar os níveis de produtividade, qualidade e serviço (COIMBRA, 2009).

2.2 Gerenciamento de Estoques (MTO e MTS)

Alguns itens de uma empresa são mais importantes do que outros, ou seja, sua ausência é mais sentida pelos clientes (SLACK et al, 2008). Outros itens possuem maior valor agregado, exigindo então um grau de imobilização financeira maior no caso de serem estocados. Coimbra (2009) propõe que os itens de alto giro e alta demanda sejam gerenciados como *Make-To-Stock (MTS)*, ou seja, mantê-los em estoque a partir de uma previsão de demanda.

Em contrapartida os itens de baixa demanda e baixa frequência em consumo sejam tratados como *Make-To-Order (MTO)*, onde o processo de produção inicia a partir do pedido real do cliente. Segundo o autor, a estratégia adotada depende do mercado que a empresa esta inserida, a análise sugerida serve como auxílio na tomada de decisões e acompanhamento dos estoques.

Apesar do método de replicação requerer um grau de adaptação maior, as ferramentas Lean podem ser também aplicadas em indústrias com características MTO. Os princípios da filosofia enxuta geram impactos positivos mesmo em indústrias que não trabalham com produção repetitiva e necessitam de estruturas gerenciais e de processos flexíveis (LANE, 2007).

2.3 Supermercado

Uma definição para o termo supermercado utilizada no contexto da manufatura enxuta é de ser uma estrutura interna de estocagem ou armazenamento que permite que o fluxo de materiais e informação dentro da fábrica ocorra de forma simplificada e sem erros (COIMBRA, 2009).

Existem algumas premissas que devem ser estabelecidas para que haja um funcionamento pleno do supermercado. Coimbra (2009) define cinco regras para o funcionamento do supermercado:

- a) Cada item diferente deve possuir uma única localização;
- b) Permitir a pega manualmente;
- c) Ser gerenciado visualmente;
- d) A regra de retirada de itens deve ser o *First-in-First-Out (FIFO)*;
- e) Devem-se utilizar preferencialmente pequenos contentores.

A utilização de supermercados nas fábricas iniciou na montadora Toyota no Japão por volta da década de cinquenta (SHIMOKAWA, FUJIMOTO, 2011). Um dos criadores do Sistema Toyota de Produção (STP) dizia que os estoques são desperdícios e que eles ajudam a “esconder” os problemas dentro da fábrica (OHNO, 1997). Contudo Ohno (1997) também esclarece que os estoques de segurança devem ser considerados como um mal necessário para os funcionários. Grandes esforços devem ser feitos para que se mantenham os níveis o mais baixo possível (SHIMOKAWA, FUJIMOTO, 2011).

Shingo (1981) acreditava que o STP poderia ser resumido como o sistema de funcionamento dos supermercados dentro da fábrica. Contudo, este mesmo autor, crê que não há garantias de que a demanda passada irá se repetir e que grandes variações acarretarão em estoques de longo prazo (SHINGO, 1981).

2.4 Kanban

De acordo com Corrêa e Corrêa (2005) kanban é um termo japonês que significa cartão ou sinal. O kanban é uma ferramenta que permite que haja sincronização entre os processos (TAKEDA, 1990). Para Ohno (1997) o sistema kanban não deve ser utilizado simplesmente para sincronizar a produção. Ohno (1997) cita que as principais funções do kanban são (i) impossibilitar a ocorrência dos desperdícios da superprodução; (ii) facilitar a visualização dos demais desperdícios; (iii) fornecer informações sobre a produção; (iv) fornecer informações sobre transporte; e, (v) servir como ordem de fabricação dos produtos.

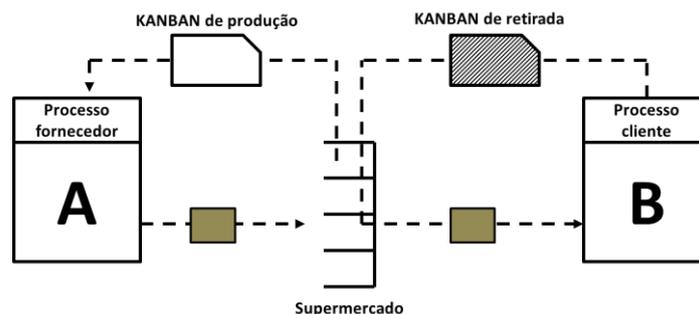
O sistema kanban deve funcionar sob-regras rígidas para que ele funcione eficazmente. De acordo com Ohno (1997) estas regras são:

- f) O processo cliente solicita o quanto ele necessita conforme indicado no kanban;
- g) O processo fornecedor produz as quantidades dos itens nas sequencias que foram requeridas;
- h) Nenhum item pode ser movimentado ou produzido sem um kanban;
- i) Todos os materiais e itens devem possuir um kanban anexado a eles;
- j) Itens com defeito não devem ser enviados para o processo seguinte;
- k) O número de kanbans deve ser reduzido para que apareçam os problemas.

Takeda (1990) afirma que o kanban é uma ferramenta para possibilitar a sincronização. Sua circulação em pequenas quantidades desempenha papel fundamental na redução dos estoques intermediários e ressalta que sua gestão deve ser feita de maneira sistemática.

Existem basicamente dois tipos de kanban: kanban de produção e kanban de retirada (MARCHWISKI; SHOOK, 2007). O kanban de produção serve para informar a um processo (fornecedor) o item e a quantidade que deve ser produzida para abastecer o supermercado (cliente). Já o kanban de retirada tem como função autorizar a movimentação dos itens do supermercado (fornecedor) para o processo requerente (cliente) (MARCHWISKI; SHOOK, 2007).

A Figura 2 ilustra a relação existente entre o kanban de produção, o kanban de retirada. Além disso, ela ilustra como os kanbans se relacionam com o supermercado e com os processos (fornecedor e cliente).



Fonte: Adaptado de Marchiwisk e Shook (2007)

Figura 2 - Relação entre kanban de produção e kanban retirada

2.1 Sequenciamento na manufatura e Sequenciador

O significado de sequenciar no contexto da manufatura é o de definir as ordens nas quais os itens ou ordens de produção serão processados em uma máquina ou em um conjunto de máquinas.

A necessidade de se sequenciar ordens de produção se dá quando existem produtos gerenciados segundo a estratégia MTO em uma linha de produção ou quando existem produtos MTO e MTS que compartilham a mesma linha de produção. Nestes casos deve-se escolher uma regra de sequenciamento mais adequada que para os critérios de seleção da melhor sequência de fabricação (plano de produção). Caso haja somente produtos que utilizam a estratégia MTS a sequência de produção escolhida deverá ser sempre a FIFO.

Um sequenciador é um pequeno estoque de ordens de produção, dispostos na sequência que devem ser produzidas. Coimbra (2009) cita que as principais vantagens de se utilizar um sequenciador são (i) mostrar se a linha de produção está atrasada ou adiantada; (ii) ajudar a decidir se será necessário utilizar mais recursos (horas extras, mais trabalhadores) para

atender a produção planejada; e, (iii) garantir que a linha de produção respeite a ordem de sequenciamento determinada. A Figura 3 ilustra como se costuma representar um sequenciador em um MFV.



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 3 - Sequenciador

3 Estudo de Caso e Resultados

O trabalho foi realizado em uma empresa de produção de embalagens plásticas em formato de tubo que atende a diversos segmentos, como o farmacêutico, alimentício, cosmético e industrial. A empresa, localizada na Área Industrial de São José (SC), dispõe atualmente de um quadro de funcionários de 400 colaboradores e capacidade produtiva de 220 milhões de embalagens por ano.

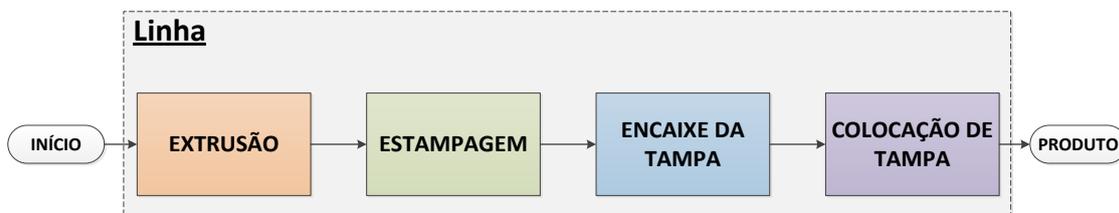
O desenvolvimento do projeto ocorreu em julho de 2013 em formato de consultoria e teve duração de três semanas.

3.1 Contextualização do Sistema Produtivo

A empresa trabalha com lotes, processando milhares de tubos em uma mesma ordem de produção. As embalagens seguem uma sequência de fluxo contínuo sem que existam estoques intermediários descontrolados.

Atualmente, estão instaladas na empresa seis linhas de produção de tubos que funcionam independentemente. Entre elas, duas são mais antigas e não tem a capacidade de criar fluxo contínuo entre as máquinas.

Abordando-se, então, o fluxo de materiais, o primeiro processo a acontecer nas linhas é a extrusão, onde os materiais são extrudados e homogêneos. O processo seguinte faz a estampagem do tubo através de uma máquina de impressão *off-set*. Em seguida, é colocado o encaixe da tampa (Head), existindo a possibilidade desse ser em formato de rosca ou *snap* (quando a tampa é encaixada, ao invés de rosqueada). Por fim, a tampa é acoplada ao produto e ele é embalado. A Figura 4 ilustra graficamente a sequência de processamento descrita anteriormente.



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 4 - Sequência de processamento

Além das seis linhas de processamento de tubos, existe ainda um setor de injeção e outro de impressões especiais. Na injeção são produzidas tampas de embalagens, as quais são

utilizadas internamente ou vendidas para clientes externos. Nas impressões especiais são estampados em alguns produtos texturas que a máquina de *off-set* não é capaz de fazer.

3.2 MFV Estado atual

A seguir são descritas as atividades de coleta de dados para a elaboração do mapa que pode ser visto na seção 6.2 *MFV Estado atual*. Os valores apontados foram multiplicados por um fator aleatório para exposição neste trabalho, a fim de manter o sigilo da empresa.

3.3 Fluxo de Material

Nesta seção é descrito as informações de materiais, tais como estoques, e tempos que seriam usados para o desenho do Mapa do Estado atual.

3.3.1 Programação da produção

No estado encontrado ao início do trabalho, todos os produtos eram tratados pela empresa como MTO, sendo a produção acionada somente com pedidos confirmados do cliente. No entanto, por opção dos funcionários do PCP, sobretudo dos mais experientes, alguns pedidos que costumavam se repetir eram fabricados além da demanda real para serem estocados, ou seja, passavam a ser tratados como MTS. Dessa forma, a organização imaginava estar reduzindo custos, uma vez que aproveitava a capacidade da máquina e evitava a realização de setup. Entretanto, quando esse pedido não se repetia, o produto tornava-se inutilizável e, portanto, refugo.

3.3.2 Estoque de matéria prima e produto acabado

Abaixo, a quantidade de matéria prima em estoque obtida através do relatório de sistema, como mostra a Tabela 1.

Material	Quantidade	Unidade de Medida
Tampas	21188000	un
Produtos Acabados	4210000	un
Produtos Semi-Acabados	2913000	un
Polietileno	73125000	kg
Polipropileno	22000	kg

Fonte: relatório de material no almoxarifado por categoria – Datasul

Tabela 1 – Matérias primas em estoque

3.3.3 Estoque entre operações

Para os estoques entre operações foram feitas visitas aos setores a fim de contabilizar os estoques de produto acabado e de matéria prima. As quantidades foram apontadas no MFV do Estado Atual.

3.3.4 Estoque em processo

Este indicador segue o mesmo método do item 3.3.3, podendo também ser visto no MFV do Estado Atual.

3.3.5 Análise dos tempos

Ao analisar os tempos de processamento das linhas, construiu-se uma linha do tempo, onde foi analisado o tempo em que o produto agrega valor, ou seja, sofre transformação, e o tempo que ele não é transformado, ou seja, passa por atividades que não agrega valor e, portanto, consideramos como desperdício. Nesse tempo está incluso reprocesso, transporte, espera e

movimentação. O tempo de agregação de valor foi de 0,0000276%, um número baixo, mas que não traz informações relevantes se não comparado aos demais dados.

Ainda analisando-se as linhas, foi observado agora a demanda do cliente em comparação com a disponibilidade das máquinas para produção. O resultado da análise foi um tempo takt (*Takt Time*) de 0,2 segundos por peças. Ou seja, a cada 0,2 s deve ser produzida uma peça para que a demanda do cliente seja atendida. Como o tempo de ciclo das máquinas é de aproximadamente 0,08 segundos por peças o cliente será atendido se as linhas continuarem operando dessa forma, por isso, não foram propostas melhorias nas operações.

3.4 Fluxo de Informação

A empresa, como encontrada no início do projeto, demonstrava um descontentamento com constantes mudanças nas ordens enviadas à produção, grande estoque de tampas, excesso de *setups* realizados nas linhas e a necessidade de produção de grandes lotes, visando evitar a realização de trocas.

3.4.1 Recebimento de pedido

Fazendo-se uma análise do fluxo de valor atual da empresa, percebeu-se que o recebimento de pedidos era realizado diretamente pelo setor de vendas. A área então enviava constantemente uma carteira de pedidos para o PCP confrontava os pedidos prometidos para os períodos seguintes com a capacidade mensal da fábrica. Tubino (2009) chama esta análise de Rough Cut Capacity Planning (RCCP). O PCP prioriza os pedidos na linha de produção de acordo com os seguintes critérios:

- Matriz de Prazo – Matriz de prazo de entrega pela característica do produto, firmado entre o PCP e o setor comercial;
- Linhas e Processos – Algumas características do produto só podem ser obtidas por algumas linhas de produção, sendo assim, ela é priorizada para o processo;
- Análise da Operação Gargalo – A restrição da taxa nominal da operação dentro da linha é considerada como processo gargalo, de forma a determinar a ocupação da máquina;
- Análise da Matriz de Prazo – Nesta etapa é feita a validação do prazo considerado inicialmente, com a alocação de todos os pedidos na programação.

Além disso, o PCP programa e sequencia os pedidos junto ao coordenador do setor de injeção. Os critérios são:

- Molde em utilização;
- Cores;
- Data de entrega/sincronização com as linhas – para os produtos acabados que são vendidos com o conjunto Tampa encaixado no Tubo.

Até então não existia data para o fechamento da carteira de pedidos pela área de vendas, o que fazia com que, algumas vezes, o mesmo produto fosse produzido mais de uma vez no mesmo mês. As consequências dessa prática podem ser prejudiciais, sendo a principal delas a necessidade da realização de mais *setups* do que o real necessário e mudanças repentinas na ordem de produção, o que pode, ainda, atrasar a entrega das ordens posteriores.

3.4.2 Programação de pedido

Ao receber a carteira de pedidos, o PCP a envia para compras, que faz o pedido de materiais sempre que necessário. Com a carteira fechada e os materiais disponíveis, o PCP faz a programação diária da produção e envia as ordens de produção a todas as operações das linhas de tubos, à área de injeção e de confecção das artes de impressão. Como pode-se perceber, diversas ordens de produção são enviadas a diferentes setores da empresa, o que normalmente

gera conflitos, sobretudo quando ocorre troca de programação. Além disso, há uma divisão de responsabilidades dentro do setor de PCP, onde um funcionário fica responsável pelas ordens das linhas, outro da injeção e outro de artes. Dessa maneira, o horizonte de planejamento de cada área é diferente, podendo gerar estoques ou atrasos na entrega. Esse ponto ganhou mais atenção ao perceber-se que a programação da produção de tampas estava quase 3 meses adiantada em relação à de tubos.

3.4.3 Pedido de matéria prima

O pedido de matéria prima é realizada 2 vezes ao dia, através do fechamento da carteira de pedidos mensal. O setor de compras então verifica a engenharia do produto, realiza os cálculos de necessidade de material pelo Software *Pacmath* e envia o pedido de compra para o fornecedor.

3.4.4 Desenvolvimento do projeto do produto

O setor de Clichê e Tintas recebe a programação diária do PCP, procurando entregar o clichê e tinta vinculado a engenharia do produto no sistema Datasul. A entrega destes materiais é realizado pelo operador das linhas, que faz a busca dos mesmos no momento da realização do *setup*.

3.4.5 Programação do recebimento e expedição

A programação de recebimento é realizada pelo setor de compras, de acordo com o prazo de entrega prometida pelo fornecedor.

Já a expedição é realizada seguindo a janela de recebimento estabelecido pelo cliente. As entregas são efetuadas pela Transportadora Terceirizada.

3.5 MFV Estado Futuro

A primeira proposta para a construção do Estado Futuro foi de antecipar o pedido de clientes, fechando a carteira com pedidos em 30, 60 e 90 dias, evitando-se, assim, mudanças nas ordens de produção e, principalmente, a produção do mesmo item em um intervalo inferior a 1 mês.

Sugeriu-se também a criação de alguns supermercados na fábrica. Os supermercados devem ser localizados no início das linhas de produção e do processo de injeção, nos setores de injeção e clichês, onde abrigará as tintas e chapas das próximas OPs, e anteriormente ao *Warehouse*.

Além disso, concluiu-se que para se chegar aos resultados esperados com o Mapa do Estado Futuro, a empresa precisa ter uma definição clara dos produtos que devem ser tratados como MTO ou MTS. Eles devem ser vistos de forma diferentes, conforme ilustrado no Mapa do Estado Futuro (anexo). No mapa, os produtos MTO são representados com a cor alaranjada e os MTS com a cor azul. É recomendado que algumas máquinas de injeção e também as linhas 1 e 2 sejam dedicadas a produtos MTS, e as demais para os produtos MTO.

Maiores detalhes podem ser vistos na seção 6.3 MFV Estado futuro.

4 Conclusão

A seguir Tabela 2, onde são confrontados os indicadores de fluxo de produção do MFV Estado atual e o MFV Estado futuro.

Indicador	MFV Estado Atual	MFV Estado Futuro	Ganho estimado
Tempo de Processo	0,46 segundos	0,2 segundos	56%

(Process Time)			
Tempo em Estoque	19,29 dias	6,4 dias	66%
Tempo de Atravessamento (Lead Time)	19,29 dias	6,4 dias	66%
% Agregação de Valor	0,0000276%	0.0000362%	31%

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 2 - Comparação de performance dos indicadores de fluxo entre os mapas

Por focalizar as linhas de acordo com estratégia de estoque dos produtos acabados (MTO e MTS) o tempo de processo (0,2 segundos) se equipara com o tempo takt (0,2 segundos), sendo possível criar um fluxo contínuo na linha de produção.

Quanto ao estoque de produto acabado foi deixado um estoque equivalente a 3,2 dias de demanda, que é múltiplo do tempo de atravessamento total dos produtos sobre encomenda e para estoque. Este estoque irá absorver a variação da demanda e proverá um tempo hábil para a produção atender os pedidos dos clientes.

Este artigo reforça que os principais ganhos pelo mapeamento em um sistema produtivo em lote, com grande nível de automação, são advindos da redução de estoque entre processos. Distribuir os recursos disponíveis de acordo com o comportamento da demanda para os produtos permite a fábrica reduzir o tempo de fila entre os processos, já que existem supermercados para suprir a demanda e amortecer a variação dela.

5 Referência bibliográfica

COIMBRA, Euclides. Total flow management: achieving excellence with Kaizen and Lean Supply Chains. Zug (Suíça): Kaizen Institute Consulting Group, 2009.

CORRÊA, Henrique Luiz; CORRÊA, Carlos Alberto. Administração de produção e de operações. SÃO PAULO: Atlas, 2005.

LANE, Greg. Made-to-Order Lean: Excelling in a high-mix, low-volume environment. New York: Productivity Press, 2007.

OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

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

SHIMOKAWA, Koichi; FUJIMOTO, Takahiro. O Nascimento Lean: Conversas com Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de Gestão. Porto Alegre: Bookman, 2011.

SHINGO, Shigeo. Study of 'Toyota' Production System: from Industrial Engineering Viewpoint. Tokio: Japan Management Association, 1981.

SLACK, Nigel. et al. Gerenciamento de Operações e de Processos: Princípios e práticas de impacto estratégico. Porto Alegre: Productivity Press, 2008.

TUBINO, Dálvio F. Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. Mentalidade enxuta nas empresas. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

6 ANEXO
6.1 MFV Iconografia



Fonte: Rother, Shock (2003, apêndice)

2013

6.2 MFV Estado atual

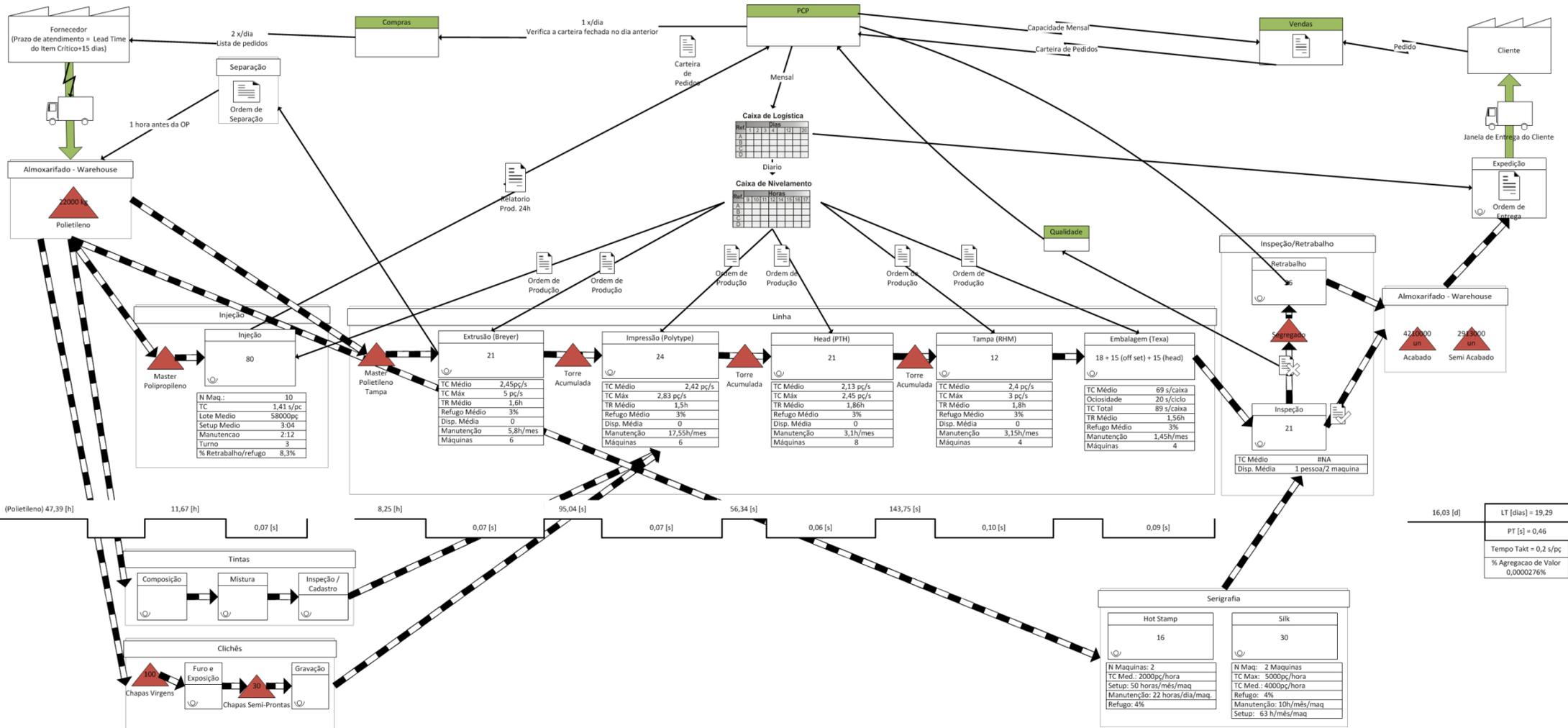


Figura 5 - Mapa do fluxo de valor estado atual

Fonte: elaborado pelos autores

