

# Lean Manufacturing em Associação à Automação Industrial: Estudo de Caso Aplicado à Indústria Moveleira

## Lean Manufacturing in Association to the Industrial Automation: Case Study Applied to Furniture Industry

Rafael Pellizzoni de OLIVEIRA [1](#); Stéfano Frizzo STEFENON [2](#); Nathielle Waldrigues BRANCO [3](#); Joaquim Rodrigo de OLIVEIRA [4](#); Ronaldo Carlos ROHLOFF [5](#)

Recibido: 16/10/16 • Aprobado: 18/11/2016

### Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Revisão de Literatura](#)
- [3. Procedimentos Metodológicos](#)
- [4. Reestruturação no \*Layout\* de Produção](#)
- [5. Conclusão](#)

[Referências](#)

#### RESUMO:

A administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços. O sistema Toyota de produção (Lean Manufacturing) tem revolucionado este modelo de gestão, acarretando resultados expressivos em ambientes industriais. O presente artigo apresenta a aplicação da ferramenta Lean Manufacturing chamada Mapa de Fluxo de Valor, mostrando o estado atual e o estado futuro, em uma indústria moveleira. São mostrados também os procedimentos utilizados para a elaboração do Mapa de Fluxo de Valor atual e futuro, as modificações feitas no processo produtivo, os benefícios alcançados, as oportunidades de melhoria, bem como a redução do Lead Time no processo produtivo. Notam-se valores expressivos de redução de estoques e do lead time, conforme apresentado neste trabalho.

**Palavras-chave:** Produtividade industrial. Mapa de Fluxo de Valor. Lean Manufacturing.

#### ABSTRACT:

The production management is the way in which organizations produce goods and services. The production system Toyota (Lean Manufacturing) has revolutionized this management model, resulting in significant results in industrial environments. This article presents the implementation of Lean Manufacturing tool called Value Stream Map, showing the current state and the future state in a furniture industry. Also are shown the procedures used for the preparation of the current Value Stream Map and future changes made in the production process, the achieved benefits, opportunities for improvement, as well as reducing the lead time in the production process. They are making significant amounts of inventory reduction and lead time, as shown in this work.

**Keywords:** industrial productivity. Map of Value Stream. Lean Manufacturing.

# 1. Introdução

A administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços. Entende-se por função da produção a reunião de recursos destinados a atividade fim, bem como a administração da produção corresponde as atividades, decisões e responsabilidades dos gerentes técnicos (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002). Sob a ótica dos princípios de gestão para um crescimento duradouro, através do sistema Toyota, a automação industrial deve sempre incluir o elemento humano, em referência a mecanismos que evitem que máquinas apresentem defeitos e parem automaticamente a produção quando há falha na produção (HINO, 2009).

A filosofia do *Lean* aponta cinco princípios originais, criados e aplicados pela Toyota, para orientar a cadeia produtiva de modo a aumentar a produtividade e eliminar os desperdícios. Especificar o valor: especificar de forma precisa o valor do ponto de vista do cliente; Fluxo do valor: identificar o fluxo do valor no conjunto de ações que abrange o fluxo de material e de informações desde a matéria-prima até o consumidor; Fluxo Contínuo: fazer com que o valor seja identificado e flua; Produção Puxada: deixar que o consumidor puxe o valor. Perfeição: buscar incansavelmente a perfeição. A aplicação desses conceitos requer da organização, uma forma nova de pensar sobre o papel da empresa, funções e carreiras para canalizar o fluxo de valor, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, da matéria prima às mãos do cliente (WOMACK *et. al*, 2004).

Ao contrário do que muitos pensam, os conceitos relacionados a sistemas produtivos *Lean* não requerem necessariamente operações manuais. Para atingir a fluidez necessária em um processo puxado, elemento indispensável para a aplicação *Lean*, a aplicação de um certo nível de automação industrial é absolutamente necessária.

A aplicação de uma ferramenta de MFV (mapa do fluxo de valor) utilizando as técnicas de produção enxuta, *Lean Manufacturing*, contribui para a redução do *lead time* no processo produtivo e para minimizar os desperdícios de tempo e matéria prima no processo de manufatura moveleira.

Uma importante ferramenta para visualização de oportunidades de melhoria em processos produtivos industriais é o mapeamento do fluxo de valor. Esta ferramenta é aplicada através de análises do estado atual do processo, para assim obter-se a real situação do processo, para depois serem apresentadas melhorias, através do mapa de estado futuro do processo (ROTHER e SHOOK, 1999).

A elaboração de um MFV de estado atual tem com premissas o conhecimento da sequência de processamento, valores de produtividade e demanda, a contagem dos estoques de matéria prima a ser trabalhada, os estoques intermediários em processamento, os estoques de produtos acabados e os tempos gastos com processos que agregam e que não agregam valor ao produto.

O MFV de Estado Futuro retrata os ganhos obtidos através da aplicação de ferramentas *Lean* no processo de manufatura e o estado atual da linha de produção bem como o novo *lead time* do processo produtivo modificado. Aponta também os novos índices de redução de estoques e os novos tempos de beneficiamento do produto no processo produtivo.

Tais ferramentas prospectam a utilização do *Lean manufacturing* em processos produtivos, aliado à automação industrial, como ferramenta estratégica para reorganização de processo e redução de desperdícios.

Desta forma, o presente trabalho visa aplicar as ferramentas de *Lean Manufacturing* ao processo produtivo em indústria moveleira e discutir os resultados do projeto.

---

## 2. Revisão de Literatura

## **2.1 Conceitos de sistemas de produção**

Um sistema pode ser definido, conforme Chiavenato (1983) e Ballestero-Alvarez (1990), como um conjunto de partes, elementos ou órgãos interagentes e interdependentes que juntos formam um todo unificado, e que efetuam uma atividade ou função para atingir um ou mais objetivos ou propósitos.

Um sistema de produção é definido como um conjunto de atividades inter-relacionadas envolvidas na produção de bens ou de serviços (MOREIRA, 2000).

### **2.1.1 Produção empurrada**

Sistemas empurrados de produção são sistemas onde a produção é controlada por um sistema central de planejamento que considera previsões como futuras demandas (GSTETTNER e KUHN, 1996) ou ainda, segundo Spearman *et al* (1990), são sistemas onde as etapas da produção são programadas, pré-definidas. De acordo com Huang *et al* (1998), em um sistema empurrado, uma operação anterior do processo de produção produz sua parte sem esperar a requisição da operação imediatamente posterior. Segundo Bonney *et al* (1999), citado por Fernandes e Godinho Filho (2007), o sistema empurra a produção quando o fluxo de materiais tem a mesma direção do fluxo de informação.

### **2.1.2 Produção puxada**

Segundo Tubino (1999), a produção puxada é um sistema em que cada etapa do processo deve produzir somente quando um processo posterior, ou cliente final solicite, tornando-se uma forma de controlar a produção entre os fluxos.

As empresas não podem mais se basear apenas na produção planejada nos escritórios, e depois distribuir ou empurrar os produtos para o mercado. Tornou-se uma situação corriqueira para os clientes e consumidores, cada um com valores diferentes, que eles fiquem na linha de frente do mercado e, por assim dizer, puxem as mercadorias, na quantidade e na hora que realmente necessitem” (OHNO, 1997, p.54).

## **2.2 Troca rápida de ferramentas**

A troca rápida de ferramentas (TRF) é um artifício usado para redução dos tempos de preparação de equipamentos, possibilitando a produção econômica em pequenos lotes. Com a utilização da TRF, o tempo em que o equipamento encontra-se indisponível no processo de produção, possibilitando à empresa resposta rápida a uma mudança no processo produtivo. Outra vantagem da TRF é em relação aos tamanhos dos lotes fabricados, o que geralmente exige baixos investimentos no processo produtivo (SHINGO, 2000).

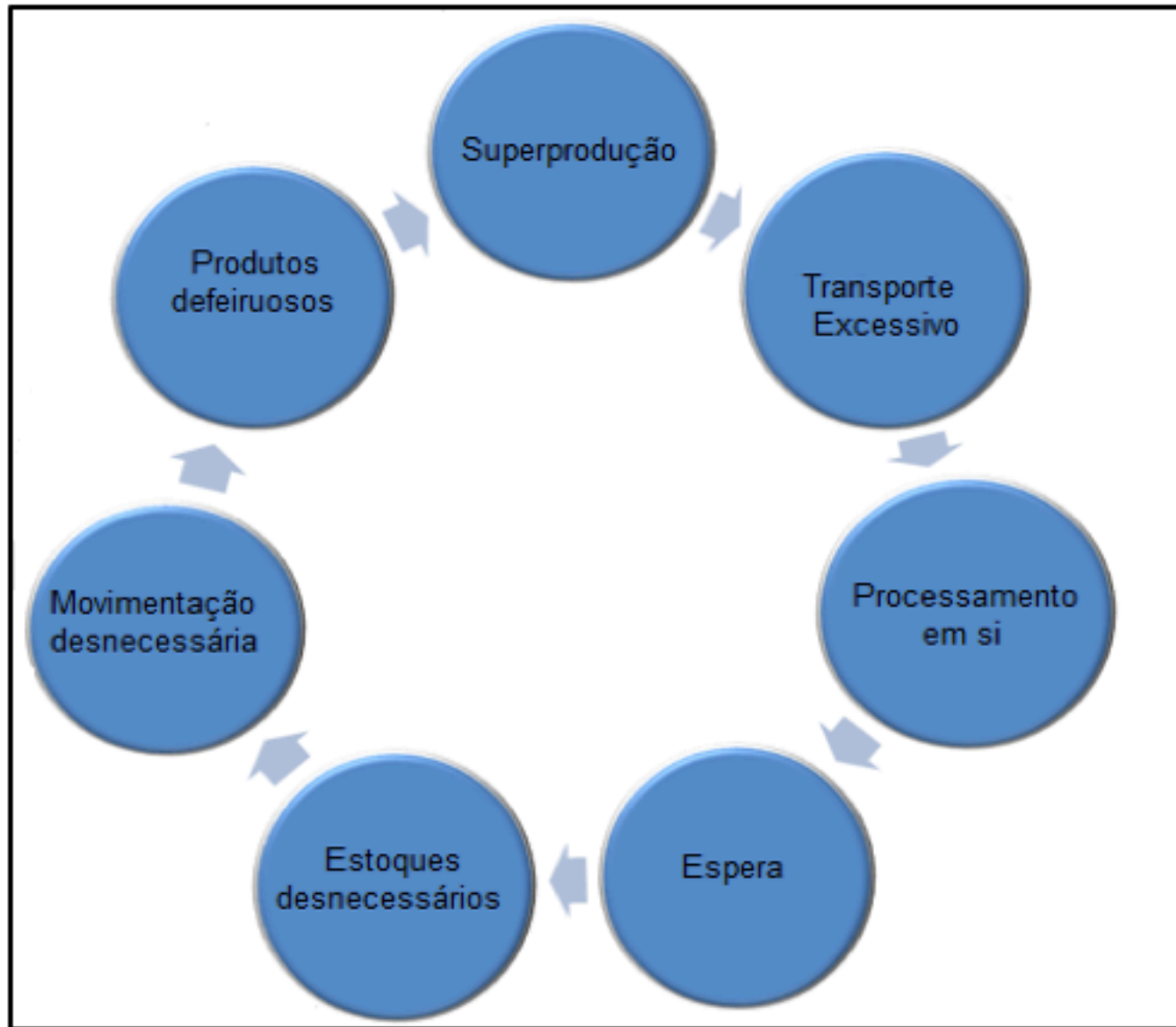
## **2.3 Gargalos no processo produtivo**

“Gargalo é qualquer obstáculo no sistema produtivo que restringe e determina o seu desempenho e a sua capacidade de obter uma maior rentabilidade. Em um processo produtivo, o gargalo é a etapa com menor capacidade produtiva e que impede a empresa em atender plenamente a demanda por seus produtos. Por outro lado, a existência de níveis excessivos de capacidade produtiva em algumas etapas não-gargalos em relação à etapa gargalo, resultam em investimentos ociosos, que influenciam negativamente o desempenho da empresa. Assim, aumentar a capacidade produtiva da etapa gargalo e/ou redimensionar os investimentos ociosos nas etapas não-gargalos, podem constituir decisões estratégicas capazes de promover um maior retorno sobre o investimento” (PAULA PESSOA, 2003).

## **2.4 Os sete desperdícios**

Segundo Ohno (1997), o significado de desperdícios, é uma atividade humana que absorve recursos, mas não gera valor agregado. O supracitado autor considera o esforço gasto para se produzir um bem como sendo um trabalho real, somado aos desperdícios. A eliminação completa desses desperdícios vai aumentar a eficiência de operação. Na Figura 01 são apresentados os desperdícios citados.

Figura 01 – Os sete desperdícios.



Fonte: Autor (2015).

Ohno (1997), classifica os sete tipos de desperdícios do Sistema Toyota de Produção:

- Superprodução: Produzir mais ou mais rápido que o necessário. A superprodução é caracterizada por se produzir mais do que se pode vender resultando em um aumento no estoque de produtos acabados. A superprodução é considerada um desperdício, uma vez que estoque em excesso demanda custos de armazenagem e risco de depreciação do produto podendo se tornar obsoletos até que possam ser vendidos.
- Transporte excessivo: A movimentação de materiais, ferramentas, pessoas, suprimentos documentos ou equipamentos de forma a não agregar valor ao produto é considerada como movimentação desnecessária. Quando qualquer recurso é movido ou transportado de um local para outro sem necessidade, é criado o desperdício de transporte.
- Processamento em si: Processo realizado pelo homem ou máquina que não agrega valor. Este tipo de desperdício não agrega valor ao produto e são constituídos de etapas adicionais que incrementam o produto com valores que os clientes não necessitam. Também pode-se considerar desperdícios de processamento a produção em excesso de documentação.
- Espera: Ociosidade humana ou de equipamentos. O desperdício referente ao tempo de espera que ocorre quando os recursos são obrigados a esperar desnecessariamente em virtude de atrasos na chegada de materiais ou disponibilidade de outros recursos, incluindo informações. Significa dizer que os recursos humanos ou maquinários estão disponíveis porém não são utilizados.
- Estoques desnecessários: Estoque excessivo de produto final, insumos ou matérias-primas. A

compra e armazenamento excedentes de insumos, materiais ou outros recursos geram estoques desnecessários. Também é considerado com estoque desnecessário o acúmulo de produtos semiacabados entre as etapas de um processo produtivo. Excesso de estoque gera manutenção do inventário, manutenção do estoque e desperdício de espaço operacional.

- **Movimentação desnecessária:** Movimentação desnecessária de trabalhadores. O desperdício no movimento acontece quando ocorrem movimentos desnecessários do corpo ao executar uma tarefa ou quando ocorre o deslocamento entre áreas distintas de uma empresa. Os trabalhadores cometem este tipo de desperdício quando procuram por ferramentas ou documentos ou quando seu local de trabalho está cheio ou desorganizado.
- **Produtos defeituosos:** Processamento na produção de produtos defeituosos e retrabalho em produtos defeituosos. Produtos de má qualidade ou defeitos ocasionados por erros no processamento resultam na insatisfação do cliente e danos à imagem da empresa gerando desperdícios financeiros e de tempo ao repor um produto defeituoso.

## 2.5 Mapa de fluxo de valor

O mapa de fluxo de valor é uma ferramenta que visa agregar conceitos e técnicas ao invés de implantar alguns processos isolados de melhoria, sem qualquer coordenação entre si (GONÇALVES e MIYAKE, 2003).

Rother e Shook (1999) definem fluxo de valor como toda ação, que agrega ou não valor, necessária para que um produto passe por todos os processos necessários à etapa de produção. Além do fluxo de material, que é o movimento de materiais dentro da fábrica, deve-se levar em consideração, com a mesma importância, o fluxo de informação, que é responsável por avisar para cada processo o que fabricar e quando fabricar.

Jones e Womack (2004) diz que o mapeamento do fluxo de valor em um processo produtivo resume-se na observação direta do fluxo de informação e de materiais conforme eles ocorrem. O principal objetivo do mapa de fluxo de valor é conseguir uma visualização clara do processo produtivo bem como seus desperdícios. A modelagem do mapa de fluxo de valor é feita através de símbolos pré-definidos.

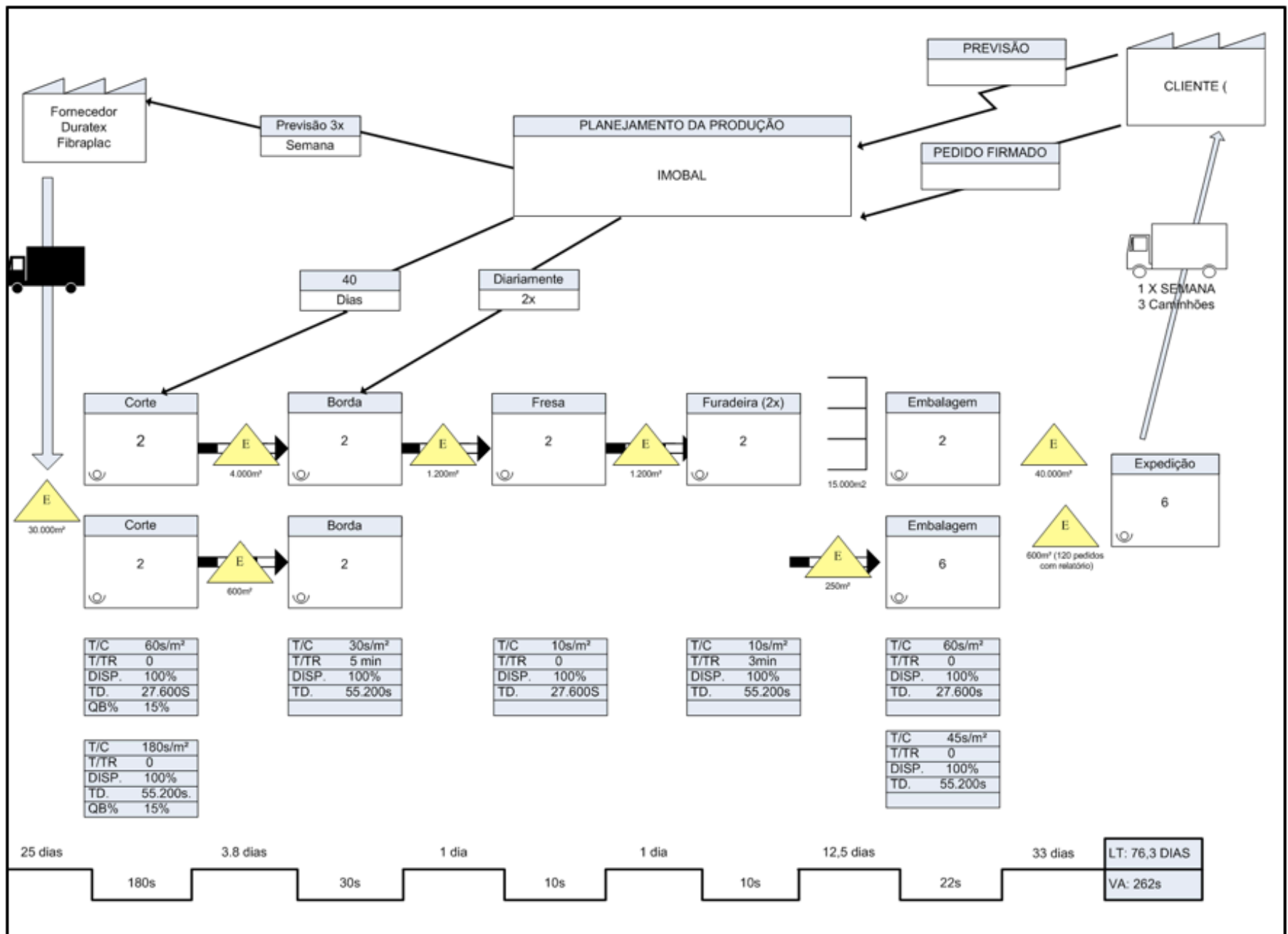
---

## 3. Procedimentos Metodológicos

Aplicar procedimentos que levam a produção enxuta consiste em uma mudança de paradigmas no processo produtivo. A ferramenta de MFV é aplicada com base no estado atual do processo produtivo.

As etapas para elaboração de um MFV de estado atual e futuro, consistem em vários procedimentos que agrupados e analisados dão forma aos mapas de fluxo de valor.

O MFV foi aplicado em uma indústria moveleira do Oeste Catarinense. A atividade principal da empresa é o processamento de chapas de MDF, *Medium-Density Fiberboard*, ou em português, placa de fibra de madeira de média densidade, tendo como produto final uma diversidade de móveis domésticos e de escritório. O processo produtivo envolve etapas como corte, furação, cola de borda, fixação de dobradiças e puxadores e pré-montagem. Dentre as matérias-primas utilizadas tem-se puxadores, dobradiças, parafusos bordas e principalmente o MDF. Todo o processo produtivo é baseado em famílias de produtos, ou seja, existe uma produção seriada de todos os modelos oferecidos ao mercado. Em uma escala menor, são produzidos móveis chamados de especiais. Os especiais são encomendas com número limitado de unidades e que não compõem o *portfólio* anunciado ao mercado. O mapeamento atual do processo produtivo é mostrado na Figura 02.



Fonte: Autor (2015).

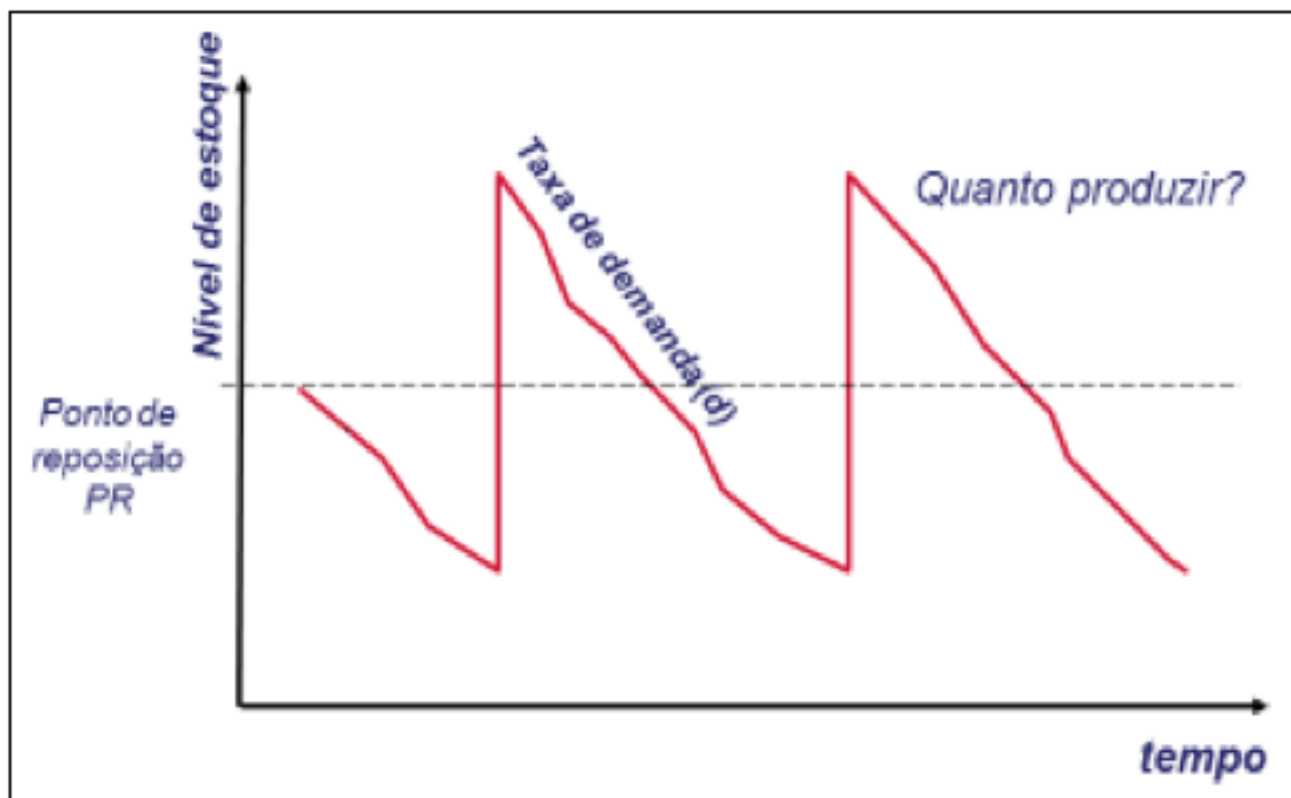
### 3.1 Entrega e estocagem de matéria prima

Um dos primeiros itens a serem averiguados na montagem do MFV do estado atual e a entrega da matéria prima a ser utilizada no processo produtivo. Verificou-se que a indústria em questão recebia sua principal matéria prima em três entregas semanais de lotes grandes. Cada lote era constituído por 10.000m<sup>2</sup> de chapas de MDF, com distintas espessuras. As entregas nesses moldes demandavam uma grande variação nos níveis de estoque observando também o grande espaço alocado para o armazenamento da matéria prima recebida. O atual gerenciamento da produção entende que 30.000m<sup>2</sup> é considerado o seu estoque de segurança, sendo que com a atual demanda da indústria, este volume de matéria prima é equivale a 25 dias de produção.

### 3.2 Estoques intermediários

A contagem dos estoques intermediários, estoques alojados entre um processo e outro dentro da linha de produção, consistem em mais uma etapa que compõe os requisitos necessários para a elaboração do MFV do estado atual.

Figura 03. Flutuação do estoque.



Fonte: Autor (2015).

Com base na contagem dos estoques, elabora-se um gráfico demonstrando a oscilação do estoque total com os níveis mínimos e máximos. Este gráfico tem por objetivo apresentar o ponto de reposição como mostrado na Figura 03.

Após a contagem dos estoques inicia-se o processo e de coleta de dados das etapas de produção. Todo o processo de produção é avaliado e mensurado, em tempo e quantidade, para compor as informações necessárias para a elaboração do MFV de estado atual. A seguir descreve-se as etapas do processo produtivo avaliado.

- Etapas de corte 1 e 2: Por ser este o primeiro processamento que a matéria prima sofre, está a sua disposição o estoque total de chapas. Existem duas máquinas seccionadoras para tal tarefa. Ambas as máquinas possuem 100% de disponibilidades e, devido a capacidades diferenciadas de trabalho, cortam juntas 4.600m<sup>2</sup> por dia de chapas de MDF. Como o processo posterior é, em média 55% mais lento, é gerado um estoque intermediário para o próximo processo que equivale a 3,8 dias de produção. Na Figura 04 pode-se observar umas das máquinas seccionadoras.

Figura 04. Corte de chapas





Fonte: Autor (2015).

- Etapa de cola de borda 1 e 2: O processo de cola de borda possui duas finalidades dentro do processo produtivo. A primeira destina-se a produtos que sofrerão outro tipo de trabalho e a segundo a produtos acabados. O processo 1 de cola de borda destina-se a produtos que passam para o estágio de fresagem e gera um estoque intermediário de 1.200m<sup>2</sup> de peças para o próximo processo. O processo 2 destina-se a expedição. São partes de produtos finais que vão para a expedição no aguardo das demais partes que compõem um conjunto. Esse segundo destino possui um estoque de 600m<sup>2</sup>, porém isso implica em 33 dias até a entrega para o cliente. A figura 05 mostra a máquina de cola de borda para os produtos acabados.

Figura 05. Cola de bordas



Fonte: Autor (2015).



- Etapa de fresagem: Por ser um processo relativamente rápido, e por requerer um *setup* de ferramentas, são montados lotes de 1.200m<sup>2</sup> para processamento.

Trabalhando nesse ritmo, ao final do processamento tem-se 1.200m<sup>2</sup> de estoque intermediário para o próximo processo, que corresponde a um dia de atividades da indústria. A Figura 06 mostra a máquina responsável pela etapa de fresagem. Observa-se que existe pouco acúmulo de estoque intermediário.

Figura 06. Fresagem



Fonte: Autor (2015).

- Etapa de furação: O processo realizado pela furadeira atende à demanda de 1.200m<sup>2</sup> de matéria prima para ser processada, trabalhando com duas máquinas e atendendo aos processos anteriores. A etapa de furação é apresentada na Figura 07.

Figura 07. Furação





Fonte: Autor (2015).

- Etapa de embalagem: O processo de embalagem é totalmente manual e precede a um estoque intermediário de 15.250m<sup>2</sup> de produtos acabados que correspondem a 12,5 dias de produção. A justificativa para tal quantidade de produtos parados dada pela atual gerência de produção é a espera dos produtos que sofrem mais que os dois processamentos iniciais, corte e cola de borda, sendo que todos os componentes de um produto devem ser embalados num mesmo momento. O estoque intermediário de produtos acabados prontos para serem embalados é visto na Figura 08.

Figura 08. Estoque intermediário



Fonte: Autor (2015).



- Etapa de expedição: A contagem de estoque da expedição corresponde a 40.600m<sup>2</sup> de produtos, correspondentes a 33 dias do processo produtivo. Isso ocorre, porque as expedições dos produtos são realizadas apenas uma vez na semana, carregando 3 caminhões simultaneamente.
- Esse procedimento de carga dos caminhões implica na parada da atividade de embalagem para que auxilie-se na atividade de expedição, conforme observado na Figura 09.

Figura 09. Embalagem e expedição



Fonte: Autor (2015).

### 3.3 Diminuir estoques em processamento

Um dos fatores que proporcionam um estoque elevado de produtos em processamento é a forma desordenada com que os processos de manufatura ocorrem nesta indústria. A seguir, destacam-se os principais problemas encontrados e as modificações realizadas para corrigi-los.

- Percentual de quebras no corte de chapas: Não existe no momento um software capaz de identificar a melhor maneira que a chapa de MDF deve ser cortada, para obter um aproveitamento maior da chapa. Atualmente o operador da máquina seccionadora recebe um planejamento de corte e, baseado no seu conhecimento prático, define a prioridade de corte, o número e a disposição em que a chapa deve ser cortada.

Como solução, para sanar essa incompatibilidade com a filosofia de produção enxuta, foi adotado um software chamado Corte Certo, o qual permitiu adequar a ordem de corte e o melhor aproveitamento de cada chapa.

### 3.4 Diminuir a movimentação desnecessária no processo produtivo

Identificou-se que durante as várias etapas do processo produtivo havia movimentação desnecessária de matéria prima nas dependências da indústria. O estoque inicial, chapas não trabalhadas, é armazenado em um ambiente paralelo a linha de produção. Este espaço está aproximadamente um metro abaixo do nível do piso onde se encontram os equipamentos do processo produtivo. O principal problema ocasionado por este desnível é a necessidade de utilizar uma empilhadeira para a colocação das chapas a disposição do processo de corte.

Como medida corretiva para este problema, nivelou-se os dois pisos facilitando a alimentação do processo de corte onde a empilhadeira foi substituída por uma paleteira que consegue alcançar facilmente as máquinas de corte.

Outro problema, era que os equipamentos seccionadores tinham sua disposição de forma serial que dificultava o acesso a mesa de corte. Após a modificação, as mesas de corte sofreram um giro de 90° e a alimentação das mesmas passou a ser feita de forma paralela. Outro procedimento adotado foi a readequação no processo de estocagem de matéria prima já disposta em um conceito de FIFO.

Os equipamentos que efetuam a operação de cola de borda estavam dispostos em extremidades da área de produção sendo necessário o uso de um transportador manual para deslocar as peças já cortados até a próxima etapa do processo. A nova disposição das máquinas de cola de borda permitiu uma melhor visualização e adequação do processo para uma filosofia de linha de produção e de processo puxado baseado em *kanban*. Com a proximidade física dos equipamentos eliminou-se o espaço utilizado anteriormente para estoque intermediário. O processo de movimentação desnecessária de matéria prima pode ser observado na Figura 10.

Figura 10. Movimentação desnecessária



Fonte: Autor (2015).

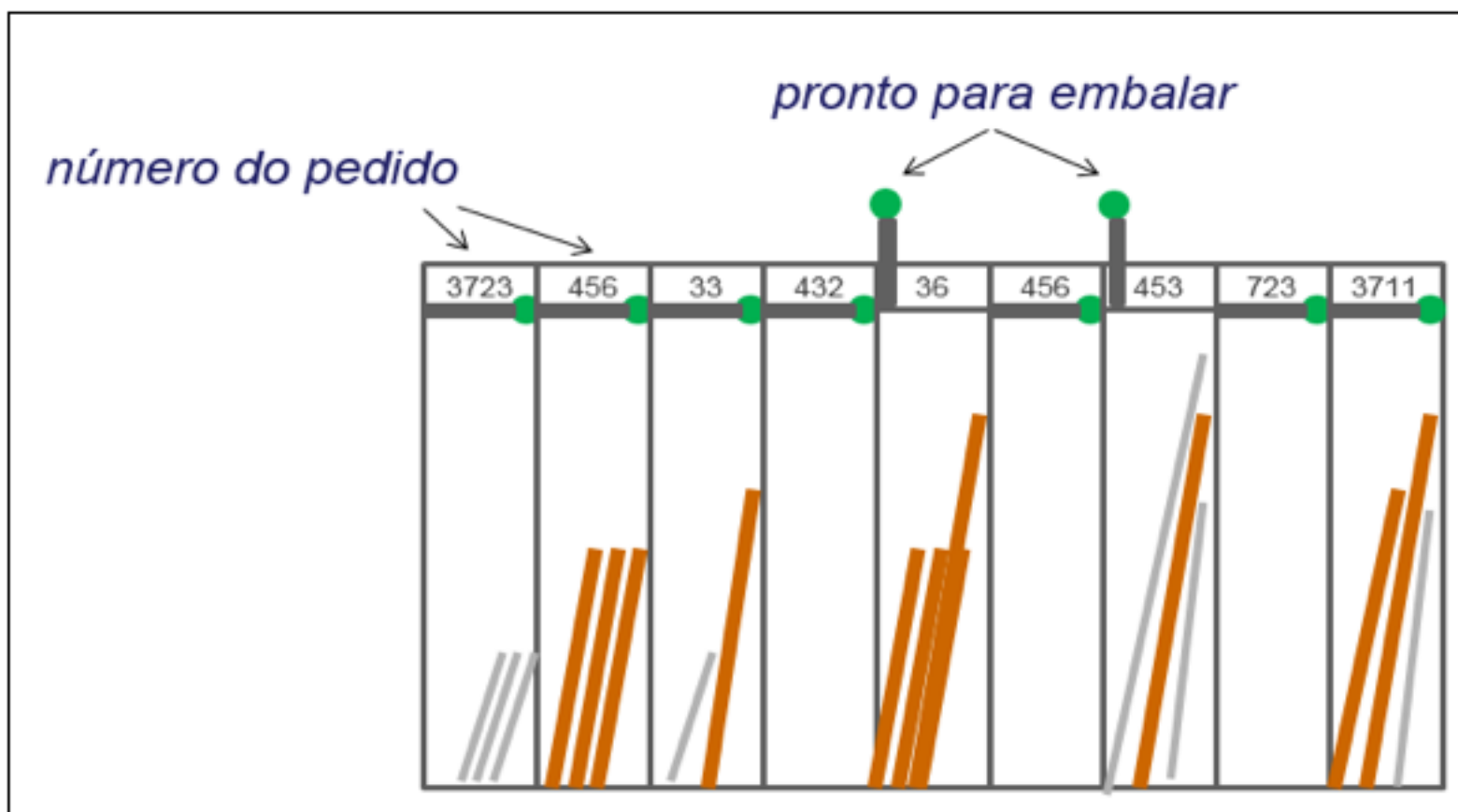
Para o processo de fresagem, apenas foi adotado o FIFO para manter a ordem dos produtos a serem processados contribuindo para eliminar a possibilidade de um produto não ser entregue para expedição por faltar apenas um componente que não foi trabalhado por desrespeito ao FIFO.

O processo feito pela furadeira era estocar várias peças que receberiam o mesmo tipo de furação. O estoque intermediário antes desta atividade fazia com que o operador passasse parte do tempo disponível apenas organizando pilhas de peças a serem furada com o mesmo



padrão e assim, a máquina. A furadeira estava ociosa por todo este tempo. Verificou-se também que, em várias oportunidades, eram geradas horas extra para diminuir as pilhas de peças esperando por furos, peças estas que estavam faltando para completar o produto final, conforme gráfico da Figura 11.

Figura 11. Sistema de identificação de produtos a serem embalados.



Fonte: Autor (2015).

A alegação do operador para tal procedimento baseia-se na explicação de que perde-se muito tempo com a troca das bitolas de brocas e o ajuste das distâncias entre os furos em peças distintas. Para a adequação deste processo produtivo, FIFO para dar a prioridade adequado ao processamento de cada peça com a diminuição dos lotes a serem processados evitando o estoque desnecessário antes do processo e a movimentação volumosa de produtos inacabados. Também, neste processo, adotou-se o conceito de *Poka Yoke*, onde um gabarito foi gerado para impedir que diâmetros errados de brocas fossem utilizados durante os processos de *setup*. Para contribuir com o processo de *setup*, adotou-se paralelamente ao *Poka Yoke* um treinamento baseado em TRF (Troca Rápida de Ferramentas) tendo por objetivo reduzir o tempo de preparação de equipamentos, minimizando períodos não-produtivos no chão-de-fábrica.

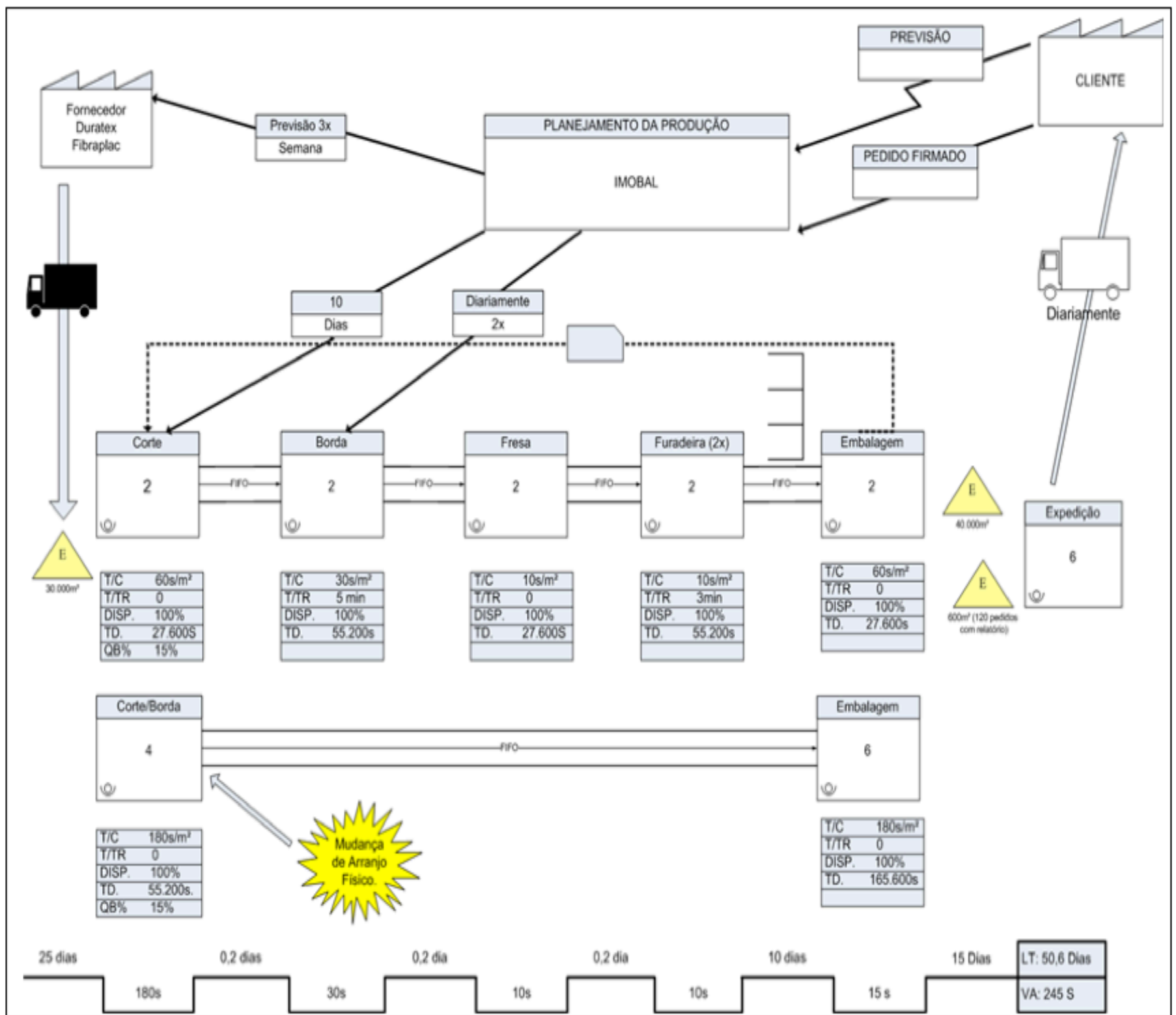
A segunda máquina de cola de bordas envia as peças acabadas diretamente para o processo de embalagem. O principal problema encontrado foi o tempo gasto com a procura de peças que compõem um produto. Para minimizar esse problema adotou-se um *rack* acessível dos dois lados onde um indicador visual através de cores indica que todas as peças que compõem um pedido já estão prontas para serem embaladas.

### 3.5 Elaborar o Mapa de Fluxo de Valor do estado futuro

O Mapa de Fluxo de Valor do estado futuro é a base para a tomada de decisão referentes às alterações de processos e *layouts*. Foi elaborado o Mapa de Fluxo de Valor do estado futuro com base no novo *layout* adotado para o processo produtivo, apresentado na Figura 12.

Figura 12 – Mapa do fluxo de valor futuro





Fonte: Autor (2015).

## 4. Reestruturação no *Layout* de Produção

O mapa de fluxo de valor de estado futuro apontou as modificações necessárias no processo produtivo porém, para que se tenha os ganhos esperados, faz-se necessário uma reestruturação na disposição dos equipamentos envolvidos no processo de manufatura. As alterações no processo produtivo iniciaram-se pelo corte de chapas. Neste processo, com o novo *layout*, uma das máquinas seccionadoras ficou com dedicação exclusiva às peças que, após a etapa de cola de bordas, são destinadas a embalagem. A outra seccionadora passou a cortar as peças que além da cola de borda sofreram processos de furação e fresagem. A mudança do arranjo físico é apontada na Figura 12. Esta primeira alteração gerou mudanças no processo produtivo aplicando-se o conceito de FIFO, *first in – first out*, primeiro que entra é o primeiro que sai, eliminando o estoque intermediário entre processos. Com a mudança física ocorrida nos equipamentos de corte e cola de bordas, criou-se a necessidade de adequação física dos demais equipamentos do processo e para isso elabora-se duas linhas de processamento, uma composta de corte e cola de borda e outro composta por corte, cola de

borda, fresagem e furação. Para a linha com maior número de processos implantou-se FIFO entre os processos de corte, cola de bordas, fresagem e furação. A transição do processo de furação para o processo de embalagem deu-se através a implantação de um supermercado, Figura 13, onde o controle da quantidade de itens em prateleira é feito através de cartão *kanban* enviado do processo de embalagem para o processo de corte. As áreas destinadas a embalagem e a expedição não sofreram alteração de *layout*.

## 4.1 Tempos e estoques com novo *layout*

O Mapa de Fluxo de Valor de estado futuro, Figura 12, mostra claramente os benefícios alcançados com as modificações propostas. O planejamento da produção anteriormente feito para 40 dias passou a ser de 10 dia trazendo uma maior flexibilidade a manufatura de produtos sazonais. O processo de transição entre as etapas de corte e cola de borda foi reduzido de 3,8 dias para apenas 0,2 dias com a implantação de FIFO entre os processos. As etapas de fresagem e furação que juntas representavam 2 dias agora passaram para 0,4 dias. O supermercado anterior ao processo de embalagem passou a ser de 10 dias e não mais 12,5 dias. Como resultado positivo a reestruturação do processo produtivo reduziu o *lead time* de 76,3 dias para 50,6 dias.

O Mapa de Fluxo de Valor do estado atual, Figura 03, apresenta os estoques intermediários entre processos onde tem-se 4600m<sup>2</sup> de chapas de MDF entre corte e a cola de borda, 1200m<sup>2</sup> entre a cola de borda e a fresagem, 250m<sup>2</sup> entre a cola de borda 2 e a embalagem, 1300m<sup>2</sup> entre a fresagem e a furadeira e 15000m<sup>2</sup> entre a furadeira e a embalagem. Com a adoção do sistema de produção FIFO, os estoques intermediários entre os processos passam a ser desprezíveis. O supermercado entre o processo de e o processo de embalagem permanece porém, inseriu-se o sistema de cartão *kanban* informando quando e quanto deve ser cortado na etapa de corte.

---

## 5. Conclusão

O estudo e a aplicação de técnicas específicas para ambientes de produção e a aplicação de ferramentas para o gerenciamento de manufatura como mapa de fluxo de valor, troca rápida de ferramenta e a eliminação de desperdícios entre outros trazem resultados positivos para os processos produtivos com ganhos significativos de tempo de processamento e aproveitamento da matéria prima.

Este artigo apresentou a aplicação de uma ferramenta *Lean*, mapa de fluxo de valor, para análise de um processo produtivo atual em uma indústria moveleira.

Tendo como base os resultados apresentados pelo mapa de fluxo de valor atual, foi proposto mudanças no processo produtivo que vieram a diminuir em mais de 40% o *lead time* na produção, redução nos níveis de estoque de mais de 50%, demonstrado pelo mapa de fluxo de valor de estado futuro.

Tem-se um cenário totalmente distinto entre o mapa de fluxo de valor atual e o mapa de fluxo de valor futuro onde o mapa de fluxo de valor futuro expressa os reais ganhos ocorridos após a implantação das melhorias descritas neste artigo.

Estima-se que com estas melhorias no processo de manufatura reduz-se em aproximadamente 22.000m<sup>2</sup> de chapas de MDF em estoques intermediários. Atualmente a média de custo de uma chapa de MDF gira em torno de R\$ 250,00 implicando na redução de mais de R\$ 1.000.000 de capital financeiro parado no processo produtivo que, multiplicados pelo valor agregado ao produto acabado pode chegar a mais de R\$ 3.000.000, a cada 76 dias.

---

## Referências

Ballesterro-Alvarez, M. E. (1990). *Organização, sistema e métodos*. McgrawHill, São Paulo.

- Bonney, M. C.; Zhang, Z.; Head, M. A.; Tien, C. C.; Barson, R. J. (1999). *Are push and pull systems really so different?* International Journal of Production Economics. v.59, n.1, p.53-64.
- Chiavenato, I. (1983). *Introdução à Teoria Geral da Administração*. 3 ed. Mc Graw-Hill, São Paulo.
- Fernandes, F.C.F.; Godinho Filho, M. (2007). *Sistemas de Coordenação de Ordens: Revisão, Classificação, Funcionamento e Aplicabilidade*. Revista Gestão e Produção, vol. 2, n. 4, pp. 337-352.
- Gonçalves, M. S.; Miyake, D. I. (2003). *Fatores Críticos para a Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor em Projetos de Melhorias*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. EPUSP, São Paulo.
- Gstettner, S., e Khun, H. (1996). *Analysis of production controlsystems Kanban and CONWIP*. International Journal of Production Research, v.34, p. 3253.
- Hino, S. (2009). *O pensamento Toyota: princípios de gestão para um crescimento duradouro*. Ed. Bookman, Porto Alegre.
- Huang, M.; Wang, C.; IP, W. H. (1998). *Simulation and comparative study of the CONWIP, Kanban and MRP production control systems in a cold rolling plant*. Production Planning and Control. v.9, n.8, p. 803-812.
- Moreira, D. A. (2000). *Administração da Produção e Operações*. 5 ed., Pioneira, São Paulo.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala*. Bookman, Porto Alegre.
- Pessoa, P. F. A. (2003). *Gestão Agroindustrial*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical.
- Rother, M.; Shook, J. (1999). *Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. Lean Institute Brasil, São Paulo.
- Shingo, S. (2000). *Sistema de troca rápida de ferramenta*. Ed. Bookman, Porto Alegre.
- Slack, N.; Chambers, S.; Johnston, R. (2002). *Administração da produção*. 2 ed. Ed. Atlas, São Paulo.
- Spearman, M. L.; Woodruff, D. L.; Hopp, W. J.: *Conwip*. (1990). *A pull alternative to Kanban*. International Journal of Production Research. v.28, n.5, p. 879-894.
- Tubino, D. F. (2009). *Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática*. 2 ed. Atlas, São Paulo.
- Womack, J. P.; Jones, D. T.; Ross, D. (2004). *A Máquina que Mudou o Mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of technology sobre o futuro de automóvel*. Tradução Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Elsevier.

- 
1. Especialista em Engenharia de Automação (SENAI). Professor do curso de Engenharia Elétrica na UNIPLAC.
  2. Mestre em Engenharia Elétrica (FURB), Coordenador do curso de Engenharia Elétrica na UNIPLAC. [stefanostefenon@gmail.com](mailto:stefanostefenon@gmail.com)
  3. Mestranda em Mecatrônica (IFSC).
  4. Doutorando em Engenharia de Produção (UFSC) e professor na UNIPLAC.
  5. Doutorando em Engenharia Mecânica (UFSC) e professor no SENAI.

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 17) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]