

## **APLICAÇÃO DE PRÁTICAS DO LEAN MANUFACTURING EM UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE CADEIRAS ODONTOLÓGICAS**

**Carlos Fernando Martins, cfmartins07@hotmail.com<sup>1</sup>**  
**Luiz Eduardo Simão, luizes@sc.senai.br<sup>2</sup>**  
**Lauro Cesar Silva Melo, lauro@olsen.odo.br<sup>3</sup>**  
**Cleber da Costa, cleber@olsen.odo.br<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>SENAI Florianópolis, Rodovia SC 401, 3730, 88032-005 Florianópolis, SC,

<sup>2</sup>SENAI-Florianópolis, Rodovia SC 401, 3730, 88032-005 Florianópolis, SC,

<sup>3</sup>Olsen Indústria e Comércio, Rua Ivo Luchi, 68, 88133-510 Distrito Industrial Palhoça, SC,

<sup>4</sup>Olsen Indústria e Comércio, Rua Ivo Luchi, 68, 88133-510 Distrito Industrial Palhoça, SC.

**Resumo:** *o Lean Manufacturing é um arcabouço de conceitos, ferramentas e práticas voltadas para a redução e eliminação de desperdício e redução de custos, ou seja, o aumento da competitividade das empresas. Este artigo mostra a aplicação de uma das ferramentas lean, essencial para iniciar a identificação e eliminação dos desperdícios, chamada Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). Esta ferramenta oferece às empresas uma visão sistêmica do fluxo de materiais e informações do processo produtivo ou do fluxo de valor de uma família de peças ou de produtos. Além disso, ela é também uma ferramenta de comunicação e planejamento do processo de mudança, necessária para uma adequada implantação de um programa lean. Nesse contexto, este trabalho apresenta como foi a aplicação dessa ferramenta numa empresa fabricante de cadeiras odontológicas, que permitiu enxergar pontos de desperdícios da cadeia de valor mapeada que consumiam recursos, mas não criavam valor do ponto de vista do cliente. Através da análise do MFV do estado atual para uma família de produtos, elaborou-se um MFV de um estado futuro ideal, ou seja, sem os desperdícios, eliminados por meio de kaizen de processo e em seguida por um programa de melhoria contínua. Uma vez identificados os pontos de melhorias no fluxo de valor, foi escolhido o processo puxador como sendo o processo de montagem das cadeiras. Este processo do fluxo e valor, antes organizado funcionalmente e por produção em lotes, contava com uma equipe de seis operadores, o que ocasionava excesso de estoques e grandes lead times produtivos. Inicialmente, foi selecionada uma família de produtos para iniciar a implementação de uma célula piloto para a montagem em fluxo contínuo. Os resultados iniciais mostraram uma redução de lead time produtivo da ordem de 99%, utilizando-se metade dos operadores. Esta célula piloto permitiu também a empresa reorganizar seu estoque em processo para a linha de produtos selecionada, reduzindo-o de 30 dias para 1 dia, além de uma redução do estoque de produtos acabados de 29 dias para 0 (zero), passando a produzir sob encomenda estes produtos. Esses desempenhos foram reflexos de uma implementação baseada na ferramenta MFV e treinamentos nos conceitos e ferramentas, além da formação de equipes de melhoria envolvendo os operadores, supervisores e gerência. Além disso, elaboração de procedimentos padronizados e a gestão visual permitiram a empresa acompanhar o ritmo da demanda, oferecendo uma maior responsividade aos clientes da empresa.*

**Palavras-chave:** *Lean Manufacturing, Mapeamento de Fluxo de Valor, Desperdícios.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Historicamente, o *Lean Manufacturing* remonta à década de 1930, com origem na Toyota, pequena fabricante de carros, por meio do seu Sistema Toyota de Produção (STP). Um cenário dominado pelas gigantes americanas: *General Motors* (GM) e Ford. Nesta época, a Toyota produziu os primeiros caminhões em 1935, os primeiros carros em 1936 na unidade fabril de Kariya com uma produção por volta de 150 veículos por mês, e a conseqüente criação formal da *Toyota Motor Company* em 1937. (HOLWEG, 2007).

Em 1938, a Toyota construiu uma unidade fabril com um plano para produzir dois mil veículos por mês. Para alcançar essa meta, Kiichiro Toyoda, fundador da empresa, importou equipamentos da Alemanha e Estados Unidos e desenvolveu na seqüência sua própria ferramentaria em 1941. (FUJIMOTO, 1999). Nessa unidade, Kiichiro tentou introduzir o conceito do sistema de produção em massa americano, mas suas tentativas não tiveram êxito. A principal dificuldade estava no tradicional trabalho manual que persistia em alguns processos de produção, com os trabalhadores operando diversas máquinas e preparando suas próprias ferramentas, resultando em pilhas de estoques, distúrbios no

fluxo de produção e falta de balanceamento na utilização das máquinas. (FUJIMOTO, 1999, p. 37). Essa característica artesã nos primórdios da produção da Toyota influenciou toda a estrutura do STP.

Um fato importante que marcou o impulso para o desenvolvimento do STP foi a entrada de Taiichi Ohno no setor de produção de automóveis da Toyota em 1943. (HOLWEG, 2007). Antes de entrar no ramo automobilístico, Ohno já trabalhava na empresa do grupo conhecida como *Toyoda Spinning and Weaving*. Suas experiências acumuladas nesse período utilizando a produção em pequenos lotes, leiaute por produto e a idéia de ‘fazer as coisas certo na primeira vez’, foram aos poucos sendo transferidas para a produção de automóveis da Toyota. (FUJIMOTO, 1999). No entanto, para produzir em pequenos lotes, Ohno precisou modificar as regras de parada de máquinas, com os melhores resultados trazidos pelo trabalho de Shingeo Shingo que ocasionou a redução significativa dos tempos de setup. (SHINGO, 2000).

Por essa época, a Toyota ainda era uma empresa pequena, sem grandes recursos financeiros e que tinha que sobreviver com os equipamentos de produção existentes. Nessa situação econômica da empresa, a Toyota produziu três mil veículos em 1945, negligenciáveis se comparados com as grandes montadoras americanas (HOLWEG, 2007). Como a Toyota tinha a meta de alcançar o nível de produtividade da Ford em três anos, mas tinha dificuldades de investimentos pesados, a empresa recorreu a soluções mais simples. Tipicamente, segundo Fujimoto (1999) essas soluções incluíram a padronização do trabalho, o leiaute de máquinas com base no fluxo de produção, colaboradores multitarefa e o nivelamento da produção utilizando *Heijunkas*, ou seja, nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período fixo de tempo, atendendo eficientemente as exigências dos clientes sem excessos de estoques, com consequências na redução de custos, mão de obra e *lead time* de produção. As práticas juntas de redução de setup e nivelamento da produção representaram a introdução parcial do STP.

Até o fim da década de 1940, embora a Toyota tivesse aumentado substancialmente sua produtividade sem grandes investimentos de capital, a empresa enfrentava problemas com grandes quantidades de estoques de produtos acabados, convivendo com o medo da falência. (FUJIMOTO, 1999). No rastro de greves e demissões, inclusive do próprio Kiichiro, a empresa viu-se obrigada a criar soluções inovadoras e originais para manter-se viva no mercado.

Entre essas soluções inovadoras estava um novo método de organizar a produção de chão de fábrica na Toyota: o método Kanban de produção. Um sistema de controle visual da produção e estoques que sinalizava a produção de estações a montante de acordo com as necessidades das estações a jusante. Ou seja, era o surgimento do sistema de produção *Just-In-Time* (JIT), um sistema próprio para organizar e controlar os estoques de um sistema de produção como era o caso da Toyota, que no ano de 1955, a produção girava na casa de vinte e três mil veículos por ano, quase insignificante para uma produção como a da Ford que fabricava oito mil carros por dia. (HOLWEG, 2007).

Na década de 1950, a Toyota partiu também para novos investimentos em equipamentos e novos produtos. A empresa abriu as portas para técnicas como treinamentos dentro da indústria, controle estatístico da qualidade, treinamentos para os supervisores em controle da qualidade, incluindo as melhorias contínuas de um fluxo completo de valor ou de um processo individual a fim de diminuir desperdícios (Kaizens), no entanto, sem oferecer ainda uma abordagem sistemática de assistência técnica para os fornecedores. (FUJIMOTO, 1999). Nessa mesma década, a Toyota inseriu o sistema de supermercado na fábrica, coordenando os pedidos de forma visual com base nas retiradas dos clientes. (OHNO, 1997). Uma idéia simples que levou décadas para ser implantada. Como a intercambiabilidade de peças, na visão de Best (1990), o supermercado foi uma idéia revolucionária que criou um novo paradigma de produção, um sistema desenvolvido que afluía qualquer excesso de produção, conservando-a no ritmo das retiradas de peças das prateleiras.

Na década de 1960, a qualidade ganhou ênfase com o Controle da Qualidade Total, e o sistema JIT para o controle de estoques foi disseminado para os fornecedores. O resultado dessas inovações na forma de gerenciar representou a difusão do STP para a cadeia produtiva, sincronizando a produção com entregas JIT, com o gerenciamento da produção focando nas melhorias de desempenho interna e dos fornecedores em termos de qualidade, custos e entrega. (FUJIMOTO, 1999).

Com a crise do petróleo em 1973, muitas empresas fecharam suas portas ou enfrentaram grandes prejuízos. Todavia, a Toyota emergiu como uma das poucas empresas que escaparam praticamente ilesas dos efeitos dessa crise. (LIKER, 2005). Ao mesmo tempo em que as exportações da Toyota se expandiram, crescia também as variações de modelos, tornando o nivelamento do mix de produtos (*Heijunka*) uma ferramenta importante na medida em que diferentes modelos eram produzidos na mesma linha (FUJIMOTO, 1999). Assim, a Toyota atingiu um novo patamar de competitividade e despertou a curiosidade do mundo inteiro sobre o segredo da empresa.

A partir do final da década de 1980, como forma de divulgar os princípios do STP para o mundo ocidental, um dos termos mais divulgados tem sido o *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta, colocado inicialmente por Krafcik (1988) ao fazer um estudo das práticas adotadas pela Toyota. O termo Lean foi difundido pelo mundo todo mediante o *best seller* de Womack “A Máquina que mudou o mundo” em 1990, reportando o conceito de Lean como sinônimo de práticas superiores, tendo como pioneira a Toyota. (VOSS, 1995; WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Womack e Jones (2004) descrevem o *Lean Thinking* como o antídoto contra os desperdícios de produção. “[...] uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz”. (WOMACK; JONES, 2004). Ainda segundo estes autores o pensamento enxuto pode ser resumido em cinco princípios: (1) Valor; (2) Fluxo de valor; (3) Fluxo Contínuo; (4) Puxar e (5) Perfeição.

Nesse contexto, uma das ferramentas mais difundidas pelo *Lean* para ajudar as empresas a visualizar todo o processo, desde o consumidor até a matéria-prima é o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) ou *Value Stream Map* (VSM). Esta ferramenta descreve todas as ações que criam valor ou não, necessárias para trazer um produto ou serviço

do conceito ao lançamento ou do pedido à entrega. Incluem todas as etapas de processamento de informações e materiais necessários para que o valor seja entregue ao cliente. O MFV é uma representação visual dos fluxos de materiais e informação por toda a cadeia produtiva, útil para comunicar as informações e verificar os desperdícios associados ao processo de produção. (DUGGAN, 2002; EMILIANI; STEC, 2004).

Deve-se pontuar que, embora com os mesmos conceitos do JIT, o Lean, por meio dos estudos de Womack, chamou a atenção de muitas empresas e indústrias, por exemplo, a indústria aeroespacial que não tinha participado dos primeiros movimentos. Para Schonberger (2007), o Lean veio no tempo certo, com as empresas divergindo as atenções entre o *Total Quality Management* (TQM) e reengenharia, com os entusiasmos pelo JIT tendo sido estagnados. Além disso, o grande número de empresas que não alcançou os benefícios do JIT reavivou as idéias sob a mesma ótica, ainda segundo Schonberger.

Em suma, a essência do STP em atacar os desperdícios conduziu a Toyota ao topo do rank em critérios de desempenho como melhor produtividade, qualidade, giro de estoques, etc., comparado aos seus competidores. (FUJIMOTO, 1999; WOMACK; JONES; ROOS, 2004). A evolução contínua e consistente da Toyota que partiu de uma pequena produção antes da década de 1950 para se transformar na maior montadora do mundo em 2006, sem abandonar seus métodos, evidencia a habilidade da empresa em se adaptar diante do mercado em expansão ou em retração, programando seus recursos de forma eficiente para cada situação de modo a evitar qualquer aumento de custos de produção.

## 2. A FERRAMENTA DE MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

A essência do STP ao longo dos anos tem sido a perseguição e eliminação de toda e qualquer forma de desperdícios. Esse princípio baseia-se na crença de que a fórmula tradicional para se definir o preço de um produto,  $\text{Preço} = \text{Custo} + \text{Lucro}$ , deve ser substituída por  $\text{Lucro} = \text{Preço} - \text{Custo}$ . Segundo a lógica tradicional, o preço era definido como resultado de um dado custo de fabricação somado a uma margem de lucro pretendida, definindo o preço final do produto ao cliente. Para a Toyota, o preço passa a ser definido pelo mercado, com a redução de custos sendo a única maneira de se aumentar os lucros (OHNO, 1997; LIKER, 2005).

Dessa forma, a Toyota lançou-se na busca de um produto de melhor qualidade, menor custo e *lead time* mais curto, e para atingir essas metas a empresa vem atacando qualquer forma de desperdício, eliminando todas as atividades que consomem recursos sem criar valor ao cliente (*MUDA*), por meio de uma maior regularidade das operações (*MURA*) e evitando sobrecarga de equipamentos e operadores (*MURI*), a fim de aumentar a eficiência de todo o processo produtivo (OHNO, 1997).

Para o desafio de eliminar os desperdícios do processo produtivo é necessário enxergar o fluxo de valor, ou seja, todas as atividades que transformam a matéria-prima até o produto acabado e entregue consumidor final, agregando ou não valor sob a ótica desse mesmo cliente. Uma maneira prática e visual que ajuda na identificação dos desperdícios do processo produtivo vem por meio da utilização do MFV.

Segundo Rother e Shook (2003), O MFV é uma ferramenta essencial, pois ajuda:

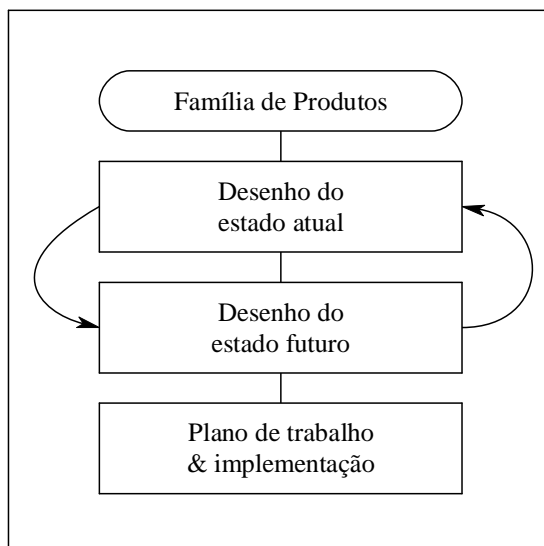
- a) a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais. Ajuda a enxergar o fluxo de produção;
- b) a identificar além dos desperdícios, ajuda a identificar as fontes dos desperdícios no fluxo de valor;
- c) no fornecimento de uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura;
- d) nas decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que se possa discuti-las;
- e) na integração dos conceitos e técnicas enxutas, evitando a implementação de algumas técnicas isoladamente;
- f) na formação da base para um plano de implementação, identificando a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

As etapas básicas que constituem o Mapeamento do Fluxo de Valor estão representadas na Fig. (1). Seleciona-se uma família de peças e, com base no fluxo de valor atual dessa família, desenha-se o estado futuro, eliminando as atividades do fluxo que não agregam valor de um ponto de vista do cliente.

Para criar o MFV faz-se necessário utilizar um conjunto de símbolos padrão que ajudam no processo de comunicação das informações dentro da empresa de forma que todos entendam as mesmas coisas. Embora possam ser criados múltiplos ícones de acordo com a comunicação interna padrão das empresas, esse trabalho mostra a elaboração de um MFV utilizando a linguagem gráfica estabelecida por Rother e Shook (2003) como será mostrado nas próximas seções.

### 2.1. Desenho do Mapa do Estado Atual - Estudo de Caso

A empresa, objeto de estudo é fabricante de equipamentos odontológicos e médicos brasileira. É uma empresa de porte médio com cerca de 150 funcionários e um volume de produção semanal de 100 equipamentos, incluindo os vários tipos de cadeiras odontológicas, além de produtos da família médica. Possui um mercado bem distribuído, com cerca de 50% dos seus produtos exportados para mais de 100 países. No Brasil, a empresa possui mais de 60 revendas credenciadas. Com a crise financeira mundial no final do ano de 2008 e início de 2009, a empresa viu suas exportações caírem drasticamente. Para manter ou melhorar a produtividade, a empresa viu-se obrigada a reduzir os custos de produção.



**Figura 1. Etapas Iniciais do Mapeamento de Fluxo de Valor de Rother e Shook (2003).**

A empresa tinha várias metas iniciais para a família de produtos escolhida, carro chefe tanto em volume como em faturamento da empresa:

- a) redução dos estoques de produtos acabados em 50%;
- b) redução dos prazos de entrega dos produtos fabricados em 50%;
- c) aumentar a produtividade em 100%.

Para atingir essas metas colocadas, a empresa decidiu cortar os desperdícios de todos os aspectos de seu negócio, a começar pelo processo produtivo. Iniciou o trabalho por meio da redução de atividades na linha de montagem como movimentação e transporte de materiais, até a redução de material em estoque e todas as formas de retrabalho. Nesse contexto, o MFV foi escolhido, pois é uma ferramenta simples e prática para ajudar a empresa na identificação e na eliminação dos desperdícios.

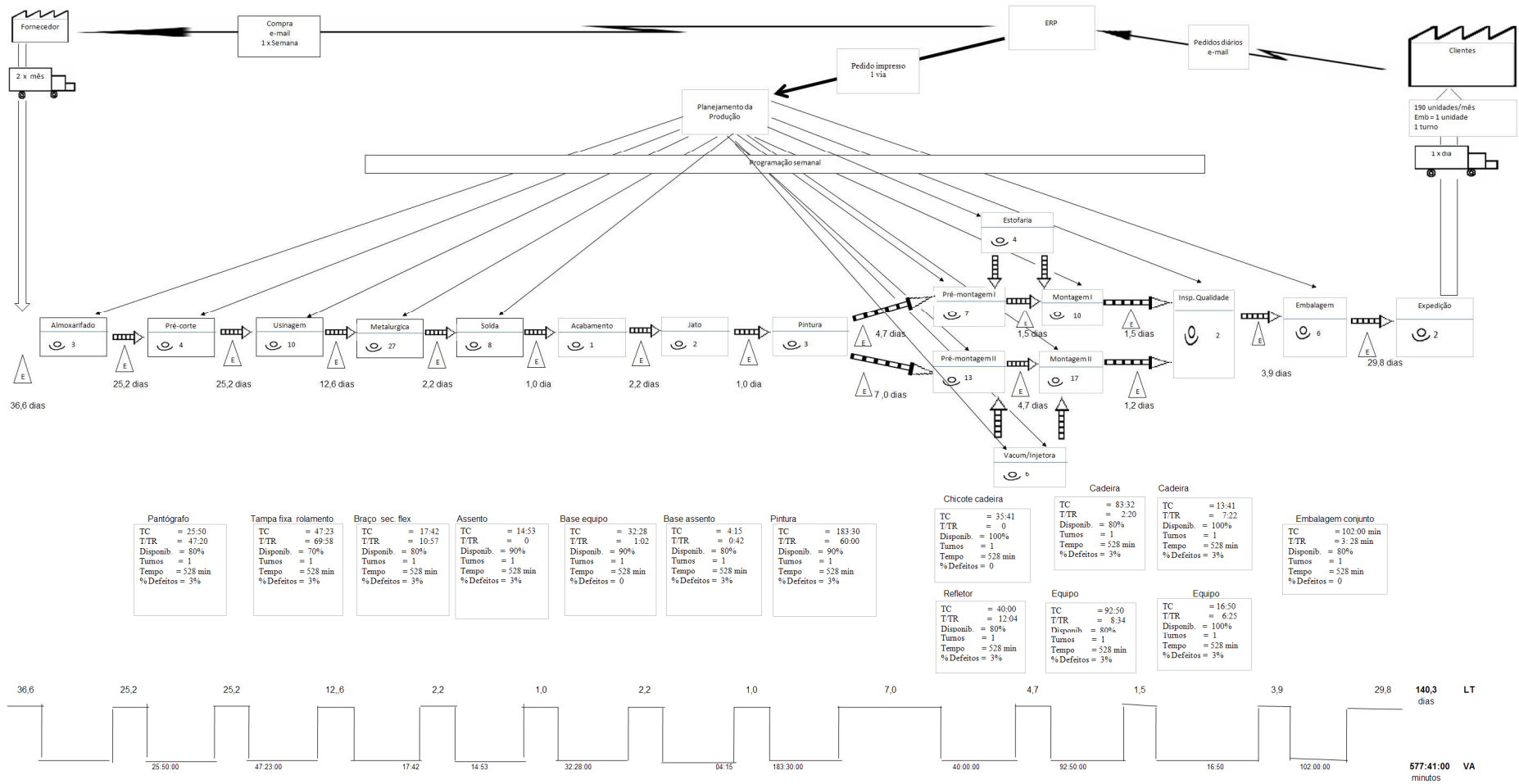
O primeiro passo para desenhar o mapa do estado atual da empresa foi a seleção da família de produtos. Para esse caso foi escolhida a família de cadeiras odontológicas da linha Siena. Essa família de produtos foi selecionada pelo fato de representar cerca de 60% do faturamento da empresa e com uma média de 190 unidades/mês vendidas.

A Fig. (2) mostra o Mapa do Fluxo de Valor da família de produtos Siena em seu estado atual. Para a elaboração do MFV atual foram identificadas todas as etapas que são representadas por caixas de processo, ou seja, o processo pelo qual o material está fluindo. Para cada processo foram colocadas informações como: (1) Tempo de Ciclo ou a frequência em que uma peça é processada no processo; (2) Tempo de Troca e ferramentas e moldes (setup); (3) Disponibilidade ou Tempo Produtivo Efetivo; (4) Número de máquinas de cada processo; (5) Número de operadores utilizados; (6) Tempo Total de Trabalho disponível por turno (menos intervalos) e (7) Percentual de retrabalho ou refugo.

Conforme se verifica na Fig. (2), o fluxo de informações inicia quando a área de Planejamento e Controle da Produção (PCP) recebe pedidos diários dos clientes por meio eletrônico, lançados no sistema de informação pela área Comercial. Os pedidos dos clientes geram ordens de produção (OP) para todos os processos da cadeia de valor. Com as ordens de produção, o PCP elabora um plano-mestre da produção semanal e, então, envia esse plano impresso para cada um dos 26 processos no nível operacional com frequência semanal.

Durante o desenho do mapa verificou-se que a empresa utilizava um layout funcional, uma programação centralizada e com grandes variedades de peças e componentes. Nesse sistema de manufatura o fluxo de materiais é frequentemente interrompido devido a falta de peças, problemas de qualidade e acúmulos de estoques entre processos, o que explica o alto *lead time* total da cadeia de valor.

**VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING**  
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil  
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil



**Figura 2. Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Atual.**

Pode-se verificar ainda pela Fig. (2) a linha de tempo localizada abaixo do fluxo de valor que a soma de todos os tempos corresponde ao *lead time* de produção atual. Pode-se notar também que o *lead time*, ou seja, o tempo de atravessamento desde a matéria-prima até o estoque de produtos acabados é de aproximadamente 140 dias, se não houver nenhuma intervenção do PCP, devido à grande quantidade de estoque em processo. A parte alta da linha do tempo representa o tempo que o material está parado no estoque para cada processo do fluxo de valor. A parte de baixo da linha do tempo representa o tempo do processo (Tempo de Ciclo) para a fabricação ou montagem de um componente ou peça da família do referido produto. Verifica-se pelo mapa que o tempo de ciclo para montagem de uma unidade do produto era de aproximadamente 93 minutos com uma equipe de 27 funcionários, divididos em montagem de cadeira e montagem de equipamentos auxiliares às cadeiras, para formar um produto final. Por fim, pode-se observar um *lead time* de aproximadamente 9 horas para transformar a matéria-prima em produto acabado.

## 2.2. Desenho do Mapa do Estado Futuro – Estudo de Caso

Toda a característica de um processo de produção enxuto ou *Lean* envolve conectar todos os processos e atividades que agregam valor em um fluxo contínuo de produção, eliminando todas as formas de desperdícios, gerando o melhor *lead time*, com menores custos e a mais alta qualidade dos produtos fabricados. Dessa forma, o MFV do estado futuro representa uma posição de melhoria da empresa fazendo com que cada processo fabrique apenas o necessário e quando necessário, evitando o principal desperdício, a superprodução.

Para a construção do MFV para o estado futuro da empresa, seguiram-se os procedimentos de Rother e Shook (2003), num total de sete passos, conforme a seguir:

Passo 1: definição do tempo Takt para a família de produtos selecionada: o tempo takt é o ritmo de compra dos clientes, ou seja, é a frequência com que a empresa deve produzir e entregar um produto ao seu cliente final. A relação simples entre o tempo disponível por turno e a demanda do cliente também por turno representa o valor de sincronização entre o ritmo da produção e o ritmo das vendas.

Produzir mais rápido do que o tempo takt representa o desperdício da superprodução. Produzir num ritmo mais lento representa a espera do cliente pelos produtos. Assim, um indicador de sincronização da produção e das vendas pode ser dado pelo tempo takt. Na empresa, para o produto Siena, verificou-se junto ao PCP a demanda efetiva pelas vendas realizadas nos últimos seis meses de 2008, obtendo-se um tempo takt de 52 minutos e 48 segundos.

Passo 2: produção para supermercados ou diretamente para a expedição? Como o produto é personalizado, a empresa monta diretamente para a expedição. Nesse caso, o estado futuro da empresa prevê um fluxo contínuo entre a montagem, teste de qualidade e a expedição.

Passo 3: onde a empresa pode produzir em fluxo contínuo? Produzir em fluxo contínuo significa produzir uma peça por vez e entregar essa mesma peça diretamente para o próximo estágio do processo produtivo, não envolvendo nenhum estoque. Para responder essa questão elaborou-se um gráfico resumindo os tempos de ciclos totais de cada processo. A Fig. (3) mostra a comparação entre o Tempo de ciclo para cada processo e o Takt Time. Pode-se observar longos tempos de ciclo para o setor de pintura, embalagem e montagem e ciclos muito rápidos como a estofaria, solda, metalurgia e inspeção de qualidade.

Ainda de acordo com a Fig. (3), pode-se observar que o processo de pintura é o gargalo do processo produtivo, o que o impediu de formar um fluxo único com as demais operações. Além disso, esse setor presta serviço para outras peças e componentes da empresa. Assim, para a pintura a construção de um supermercado de peças pintadas foi a solução mais econômica para a empresa, com o estoque de 1,5 dias de peças pintadas por critérios de segurança e adaptação inicial, já que a empresa possuía 37 dias de estoques no período de realização de coleta de dados para o MFV do estado atual.

Fase	TC
Pre-corte	25:50:00
Usinagem	47:23:00
Metalurgica	17:42:00
Solda	14:53:00
Acabamento	32:28:00
Jato	2:22:00
Pintura	183:50:00
Estofaria	10:28:00
Vacum	21:00:00
Injetora	25:00:00
Pre-montagem 1	35:41:00
Pré-Montagem 2	40:00:00
Montagem 1	83:32:00
Montagem 2	92:50:00
Inspeção Qualidade	16:50:00
Embalagem	102:00:00
TaktTime	52:48:00

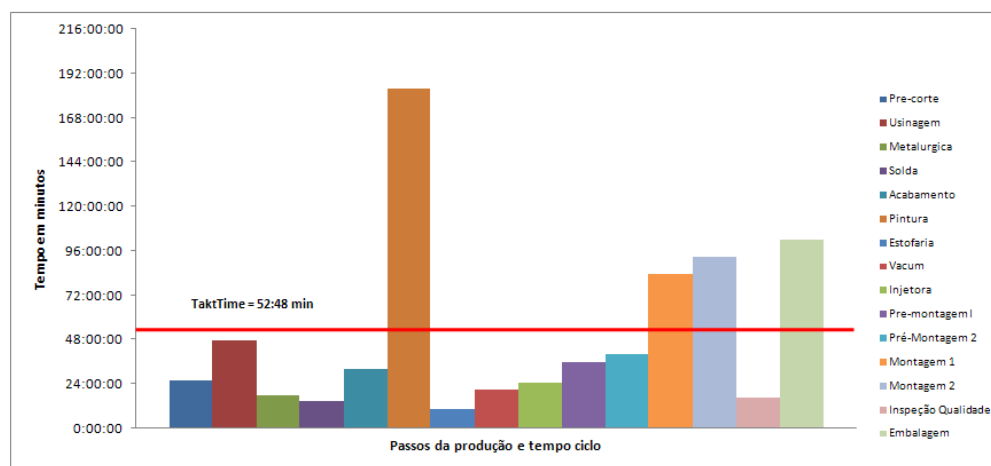


Figura 3. Gráfico de Comparação entre Tempo de Ciclo e Takt Time.

Pelos tempos de operação e com alguns kaizens pontuais, os layouts de montagem, qualidade e embalagem foram reprojatados como forma de atuar em fluxos contínuos, da mesma forma que setores como acabamento e jateamento antes do setor de pintura. Nos kaizens realizados no setor de montagem, os grandes desperdícios estavam relacionados à grande movimentação de materiais e espera por parte dos operadores. A Fig. (4) mostra o MFV do estado futuro.

Para o setor de montagem foi projetada duas células de produção: uma de cadeira odontológica e outra para o equipo da cadeira (parte que possui as ferramentas, unidade de água e bandeja), sendo a primeira composta de três operadores e a segunda por dois operadores. Para a movimentação de materiais criou-se uma equipe de logística que percorre rotas fixas duas vezes por turno. A célula de montagem da cadeira possui três supermercados: estofaria, peças pintadas e peças provenientes da submontagem. Todos os supermercados são alimentados pelo setor de logística, ficando o operador responsável apenas pela montagem final. Para as demais peças para a realização da montagem (peças pequenas), há caixas kanban.

Passo 4: pelo MFV do estado futuro, o processo que recebe a programação da produção diária ficou estabelecido como o setor de montagem. Os pedidos são entregues diariamente no início de cada turno. Para as operações subsequentes (testes e embalagem), segue-se o fluxo contínuo.

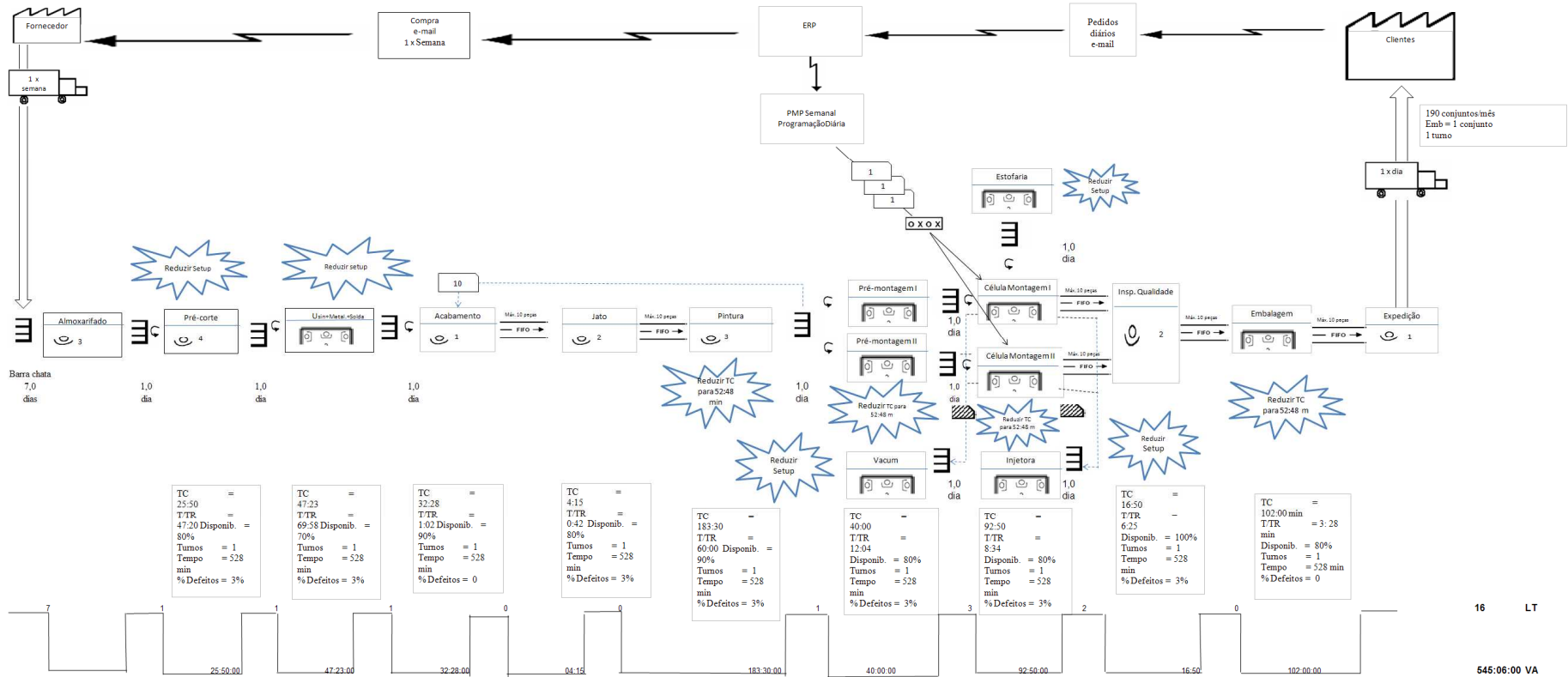
Como um piloto de implementação do *Lean*, as células de montagem da cadeira e do equipo foram estabelecidas inicialmente apenas para a família Siena, nivelando o volume diário em 36 cadeiras. No momento da realização deste artigo, testes de nivelamento com outras famílias de produtos já estavam sendo realizados, mas ainda em fase de implementação.

A Tab. (1) mostra os resultados alcançados apenas para a implementação do *Lean* nas células de montagem de cadeira e equipo.

Tabela 1 - Resultados alcançados com a Implantação do Projeto Piloto

Indicadores	Antes	Depois
Lead Time	93 minutos	37 minutos
Volume de Produção	16 unidades/dia	36 unidades/dia
Estoque Produto Processo	30 dias	1,5 dias
Estoque Produto Acabado	29 dias	Zero
Área necessária	900 m <sup>2</sup>	700 m <sup>2</sup>

**VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING**  
**18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil**  
*August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil*



**Figura 4. Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Futuro**





**VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING**  
**18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil**  
*August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil*

### 2.3. Considerações Finais

Verifica-se pelos resultados alcançados na empresa objeto de estudo que o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta poderosa e essencial para iniciar o salto enxuto em qualquer empresa, pois permite enxergar o sistema de forma integral e não apenas partes do fluxo de valor. Permite ainda enxergar o fluxo de materiais e informações, bem como identificar os desperdícios e eliminá-los. Permite também fazer um planejamento da implementação e é usado como um ferramenta de comunicação de fácil compreensão em todos os níveis. Entretanto, apesar dos resultados iniciais alcançado na empresa pesquisada, o grande desafio é sustentar as melhorias alcançadas e expandir a aplicação para as demais áreas, ou seja, dar um salto da produção enxuta para a empresa enxuta. A empresa continua a expandir e a utilizar os princípios e ferramentas da manufatura enxuta para toda a empresa.

### 3. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a empresa pesquisada pela permissão da divulgação dos resultados encontrados com a implementação do Lean, especialmente colaboradores, supervisores e direção.

### 4. REFERÊNCIAS

- Best, M., 1990, “The New Competition: Institutions of Industrial Restructuring”. Ed. Polity Press, Cambridge, Inglaterra, 320 p.
- Duggan, K. J., 2002, “Creating Mixed Model Value Streams: practical Lean Techniques for building to Demand”. Ed. Productivity Press, New York, EUA, 206 p.
- Emiliani, M. L.; Stec, D. J., 2004, “Using value-stream maps to improve leadership”. The Leadership & Organization Development Journal, Vol. 25, No. 8, pp. 622-645.
- Fujimoto, T., 1999, “The Evolution of Manufacturing System at Toyota”. Ed. Oxford University Press, New York, EUA, 390 p.
- Holweg, M., 2007, “The genealogy of lean production”. Journal of Operations Management, Vol. 25, No. 2, pp. 420-437
- Krafcik, J. F., 1988, “Triumph Of The Lean Production System”. Sloan Management Review. Fall, pp. 41-52.
- Liker, J. K., 2005, “O Modelo Toyota: 14 princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo”. Ed. Bookman, Porto Alegre, Brazil, 320 p.
- Ohno, T., 1997, “O Sistema Toyota de Produção além da Produção em Larga escala”. Ed. Bookman, Porto Alegre, Brazil, 140 p.
- Rother, M., Shook, J., 2003 “Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios”, Ed. Lean Institute Brasil, São Paulo, Brazil, 102 p.
- Schonberger, R. J., 1988, “Técnicas Industriais Japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade”. Ed. Livraria Pioneira, São Paulo, Brazil, 309 p.
- Shingo, S., 2000, “Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: uma Revolução nos Sistemas Produtivos”. Ed. Bookman, Porto Alegre, Brazil, 327 p.
- Voss, C. A., 1995, “Operations management – from Taylor to Toyota – and Beyond”. British Journal of Management, Vol. 6, pp. S17-S29.
- Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D., 2004, “A máquina que mudou o mundo”. Ed. Campus, Rio de Janeiro, Brazil, 332 p.
- Womack, J. P.; Jones, D. T., 2004, “A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Lean Thinking”. Ed. Campus, Rio de Janeiro, Brazil, 408 p.

### 5. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

Os trabalhos escritos em português ou espanhol devem incluir (após direitos autorais) título, os nomes dos autores e afiliações, o resumo e as palavras chave, traduzidos para o inglês e a declaração a seguir, devidamente adaptada para o número de autores.

## APPLICATIONS OF LEAN MANUFACTURING PRACTICES IN A COMPANY OF DENTAL CHAIRS

Carlos Fernando Martins, cfmartins07@hotmail.com<sup>1</sup>

Luiz Eduardo Simão, luizes@sc.senai.br<sup>2</sup>

Lauro Cesar Silva Melo, lauro@olsen.odo.br<sup>3</sup>

Cleber da Costa, cleber@olsen.odo.br<sup>4</sup>

<sup>1</sup>SENAI Florianópolis, Rodovia SC 401, 3730, 88032-005 Florianópolis, SC,

<sup>2</sup>SENAI-Florianópolis, Rodovia SC 401, 3730, 88032-005 Florianópolis, SC,

<sup>3</sup>Olsen Indústria e Comércio, Rua Ivo Luchi, 68, 88133-510 Distrito Industrial Palhoça, SC,

<sup>4</sup>Olsen Indústria e Comércio, Rua Ivo Luchi, 68, 88133-510 Distrito Industrial Palhoça, SC.

**Abstract:** *The Lean Manufacturing is a framework of concepts, tools and practices in order to reduce waste and cost, resulting in better competitiveness of the companies. This article shows an application of Value Stream Map (VSM), a lean manufacturing tool used to do a diagnostic in the companies, identifying waste in the production system. This tool helps to understand the flow of the value, in a broad vision, for a family of products. Besides of that, the VSM is a communication and a planning tool used in the process of change, necessary in a proper implementation of Lean program. In this context, this work presents the application of this tool in a manufacturer of dental chairs, identifying wasted points in the value chain that consume resources but did not create value from the standpoint of the customer. Through analysis of the VSM of the current state of a family of products, a VSM of future state, no waste, was created, eliminating those wastes by kaizen activities and then by a continuous improvement program. Once identified the points of improvement in the value stream, was chosen the process of assembling the chairs. This process was organized functionally and in a batch production system, had a team of six operators, with high inventory and large production lead times. Initially, it was selected a family of products to start the implementation of a Lean manufacturing cell. Initial results showed a reduction of production lead time of around 99%, using half of the operators. This manufacturing cell also allowed the company to reorganize its work in process (WIP) for the product selected, reducing from 30 days to 1 day only, and reducing the finished goods inventory from 29 days to 0 (zero). These performances were reflections of an implementation tool based on VSM and training in the concepts and tools, with teams of operators, supervisors and management in order to drive the company to better practices of continuous improvement. In addition, development of standardized procedures and visual management allowed the company to synchronize with demand, offering greater responsiveness to customers*

**Key-Words:** Lean Manufacturing, Value Stream Map, Waste.