

# **APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE LEAN PRODUCTION EM UMA EMPRESA DO SETOR AGROINDUSTRIAL: UM ESTUDO DE CASO**

**Antonio Freitas Rentes** [rentes@sc.usp.br](mailto:rentes@sc.usp.br)

Escola de Engenharia de São Carlos - USP  
Av. Trabalhador São-carlense, 400 - CEP 13566-590 - São Carlos – SP

**Ricardo Renovato Nazareno** [naza@sc.usp.br](mailto:naza@sc.usp.br)

Escola de Engenharia de São Carlos - USP  
Av. Trabalhador São-carlense, 400 - CEP 13566-590 - São Carlos – SP

**Alessandro Lucas da Silva** [als@sc.usp.br](mailto:als@sc.usp.br)

Escola de Engenharia de São Carlos - USP  
Av. Trabalhador São-carlense, 400 - CEP 13566-590 - São Carlos – SP

**Victor Cássio Soares** [victor@jumil.com.br](mailto:victor@jumil.com.br)

JUMIL  
Rua Ana Luíza, 568 - CEP: 14.300-000 - Batatais - São Paulo - BRASIL

**Wagner Antonelli** [wagner@jumil.com.br](mailto:wagner@jumil.com.br)

JUMIL  
Rua Ana Luíza, 568 - CEP: 14.300-000 - Batatais - São Paulo - BRASIL

**Resumo:** *Os conceitos, técnicas e ferramentas da Produção Enxuta têm sido amplamente utilizadas pela indústria automobilística. Embora seja notório o ganho obtido com a aplicação desta filosofia de produção, muitos poucos trabalhos tem retratado casos práticos em indústrias fora do setor automobilístico. O objetivo deste artigo é mostrar a aplicação dos conceitos de produção enxuta em uma empresa do setor agroindustrial. Serão apresentados os conceitos utilizados no processo de implantação do sistema de produção enxuta bem como os resultados obtidos: redução de lead time interno de produção em mais de 50%, redução do estoque em processo, aumento da produtividade global em mais de 20%, entre outros.*

*Palavras-chave:* produção enxuta, mapa do fluxo de valor, kanban

## **1. INTRODUÇÃO**

“Houve época em que as empresas podiam ser organizações focadas nos próprios processos produtivos e comerciais, pressionando o mercado a se adaptar a suas necessidades ou características, de acordo com o modelo de negócios por elas praticado. Na medida em que a sociedade e o mercado se alteraram em profundidade e complexidade, e acionistas, funcionários, clientes, fornecedores e comunidade passaram a pressionar as empresas com maior velocidade, intensidade e multiplicidade de formas, exigindo ao mesmo tempo melhores produtos, mais resultados e ganhos crescentes, as empresas passaram a sentir a necessidade de se envolver num processo contínuo de melhoria”, (PINEDO, 2003).

Devido ao processo de globalização produtiva os concorrentes passaram a pressionar muito mais duramente, pelo fato espantoso de que o espaço de mercado passou a ser o mundo inteiro. Essa necessidade de serem competitivas tem levado as empresas a tornarem-se flexíveis e eficientes no atendimento a seus clientes. Defeitos e atrasos na entrega dos produtos são mazelas não mais aceitas pelos consumidores. A crescente exigência destes por produtos customizados e entregas rápidas tem provocado um litígio entre as empresas e o tradicional sistema de produção em massa, que muitas vezes não consegue atingir as expectativas dos clientes.

Quando Taichi Ohno começou a galgar os primeiros passos no desenvolvimento do Sistema de Produção da Toyota, popularizado atualmente pelo termo de Produção Enxuta, este buscou eliminar uma série de problemas inerentes ao sistema de produção em massa, que obliterava a alavancagem do sistema produtivo da empresa. Nesse contexto, Ohno identificou e eliminou uma série de desperdícios dentro do setor produtivo. Segundo Hines & Taylor (2000), os princípios da produção enxuta desenvolvidos por Ohno foram:

1. Especificar o que gera e o que não gera valor sob a perspectiva do cliente. Ao contrário do que tradicionalmente se faz, não se deve avaliar sob a óptica da empresa ou de seus departamentos.
2. Identificar todos os passos necessários para produzir o produto ao longo de toda linha de produção, de modo a não serem gerados desperdícios.
3. Promover ações com objetivo de criar um fluxo de valor contínuo, sem interrupções, ou esperas.
4. Produzir somente nas quantidades solicitadas pelo consumidor.
5. Esforçar-se para manter uma melhoria contínua, procurando a remoção de perdas e desperdícios.

Womack & Jones (1996) ressaltam que sete tipos de desperdícios foram identificados por Shingo (1996) para o Sistema Toyota de Produção:

1. *Superprodução*: Produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações, ou excesso de inventário;
2. *Espera*: Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em lead times longos;
3. *Transporte excessivo*: Movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia;
4. *Processos Inadequados*: Utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma aproximação mais simples pode ser mais efetiva;
5. *Inventário desnecessário*: Armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixa performance do serviço prestado ao cliente;
6. *Movimentação desnecessária*: Desorganização do ambiente de trabalho, resultando baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda freqüente de itens.
7. *Produtos Defeituosos*: Problemas freqüentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto, ou baixa performance na entrega;

Além das ações citadas acima a Produção Enxuta lança mão de algumas ferramentas como forma de otimizar o processo produtivo nas empresas, entre elas o Mapa do Fluxo de Valor (MFV), o Heijunka Box, o Kanban, etc. A seguir será feita uma breve discussão sobre o MFV, ferramenta utilizada no processo de mapeamento e identificação de desperdícios do processo produtivo da empresa em questão.

## **1.2 O Mapa do Fluxo de Valor**

"O que se entende por mapeamento do fluxo de valor é simples: deve-se apenas seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e, cuidadosamente desenha-se uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Depois, seguindo-se determinados passos pré-estabelecidos desenha-se o mapa do "estado futuro", uma representação visual de como o fluxo deve ser". (Rother e Shook, 1998).

Ainda segundo os autores Rother e Shook (1998) "Fluxo de Valor" é toda ação (agregando valor ou não) necessária para fazer passar um produto do estado de conceito para o estado de produto acabado, envolvendo (1) o fluxo de produção desde a matéria-prima até a entrega ao consumidor, e (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

O processo de mapeamento da situação atual e geração de cenários futuros de produção é dividido no seguinte conjunto de etapas:

**Seleção da família de produtos:** no início do processo de mapeamento da situação atual da empresa é necessário, inicialmente, selecionar o conjunto ou família de produtos que serão analisados no mapa do fluxo de valor. Deve-se destacar que, num ambiente com muitos produtos não é viável analisar peça a peça porque uma das virtudes desta ferramenta, a simplicidade seria perdida. É necessário que os produtos sejam agrupados em famílias. Para isso pode-se levar em consideração a sequência de operações de cada produto, as máquinas por onde cada um passa, o formato, etc. NAZARENO, SILVA e RENTES (2003) destacam como critérios importantes a serem abordados na formação de famílias de produtos:

**Similaridade de processos:** trata-se do principal critério, e se aplica a produtos que geralmente compartilham uma mesma linha de produção.

**Frequência e volume da demanda:** importante para a definição da política de atendimento da demanda (ATO - *Assembly-to-order*, MTS - *Make-to-stock*, MTO - *Make-to-order*, etc.), esse critério pode ser decisivo para a inserção ou retirada do produto de uma mesma família.

**Tempo de ciclo do produto:** representa o tempo que o produto leva para ser processado, desde o pedido até a entrega ao cliente. Nesse sentido, é aconselhável que produtos que compartilhem uma mesma linha, mas que possuem tempos de ciclo muito diferentes, sejam incluídos em famílias diferentes. Isto porque políticas para definição e dimensionamento de supermercados (peças e matéria-prima) e escolha dos sistemas de controle (*kanban*, duas gavetas, etc.) mais apropriados geralmente tendem a variar em função desse critério.

**Mapeamento da situação atual:** Após identificar as famílias de produtos existentes no chão de fábrica inicia-se o processo de mapeamento. Utilizando um conjunto de ícones pré-estabelecidos pode-se representar todo o fluxo de processo e informação existente na empresa. A este mapa inicial chamamos de mapa do estado atual.

**Mapeamento da situação futura:** Através do mapa da situação atual e seguindo um conjunto de passos pré-estabelecidos gera-se um mapa da situação futura da empresa, ou seja, um modelo onde os desperdícios identificados no mapa da situação atual são eliminados.

**Plano de melhorias:** Com base no mapa do estado futuro é proposto então à empresa planos de melhoria, que levem esta a atingir o estado futuro projetado.

Deve-se destacar que como uma ferramenta de produção enxuta esta não deve ser aplicada somente uma única vez. O mapeamento da situação atual da fábrica e proposição de melhorias deve ser um processo contínuo dentro da empresa. A Fig. (1) mostra um exemplo de mapa do fluxo de valor.

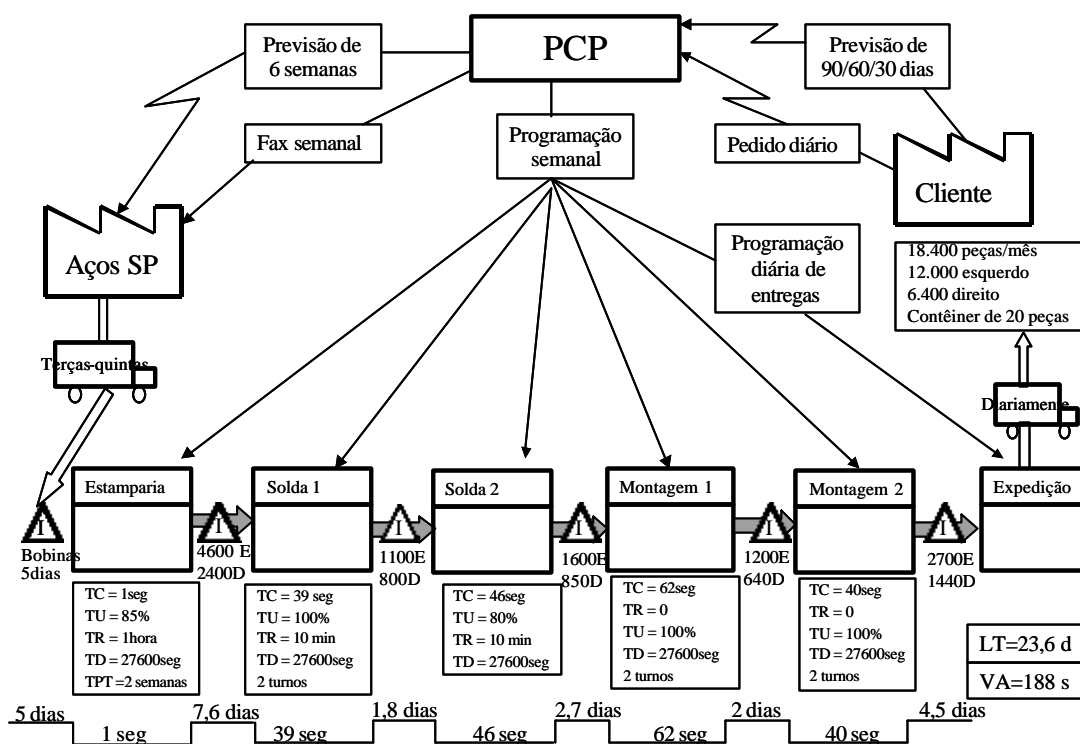


Figura 1 Mapa do Fluxo de Valor (ROTH e SHOOK,1998)

A seguir, será apresentada a aplicação do sistema enxuto de produção em uma indústria do setor agroindustrial. Serão apresentados as etapas do projeto e os resultados obtidos.

## 2. ESTUDO DE CASO

### 2.1 Apresentação da Empresa

A empresa está localizada na cidade de Batatais e produz implementos agrícolas. Essa é uma empresa de grande porte, com foco principalmente na área de plantio. Seus principais produtos são: plantadoras adubadoras; distribuidores de fertilizantes; colheitadoras; semeadoras; trato pecuário; picadores desintegradores; adubadores e cultivadores; equipamentos de transporte e roçadeiras.

O projeto de implantação do Sistema de Produção Enxuta seguiu as etapas delimitadas abaixo:

### 2.2 Definição das Famílias de Produtos

Nesta etapa inicial do projeto foram definidas, entre o universo de produtos da empresa, quais famílias de produtos seriam inicialmente focadas. Com base no índice de faturamento foi escolhido o seguimento de plantio.

Fazendo uma nova análise e seleção dentro do segmento de plantio foram escolhidas 3 famílias de produtos, ver Fig. (2).

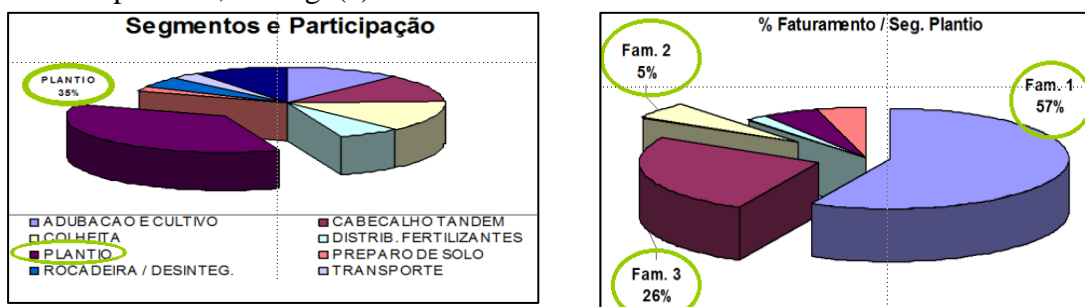


Figura 2 Segmento e famílias de produtos

As famílias de produtos escolhidas foram compostas levando-se em consideração além do faturamento, semelhanças físicas e de processos. A Tabela (1) abaixo detalha os produtos pertencentes a cada família.

Tabela 1 Descrição dos produtos de cada família

Modelos	Família	% Faturam.
JM 2880/2980 PD 8 à 21 Linhas	Fam. 1	57%
JM 7080/7090 PD 10 à 21 Linhas	Fam. 3	26%
JM 2580/2680 PD	Fam. 2	5%
JM2611 - 2624CR	Fam. 4	2%
JM 2040 - 2090	Fam. 5	5%
ENTER	Fam. 6	5%

### 2.3 Mapeamento da Situação Inicial

Após definir as famílias de produtos passou-se à etapa de mapeamento do fluxo de valor. Através do mapa do fluxo de valor da situação inicial todos os integrantes do projeto de implantação do sistema de produção enxuta tiveram uma visão clara do fluxo de valor das famílias analisadas. Além disso, pode-se delimitar quais os pontos de desperdícios mais críticos a serem trabalhados e que trariam um retorno imediato à empresa. A Figura (3) a seguir mostra o mapa do fluxo de valor da situação inicial da empresa.

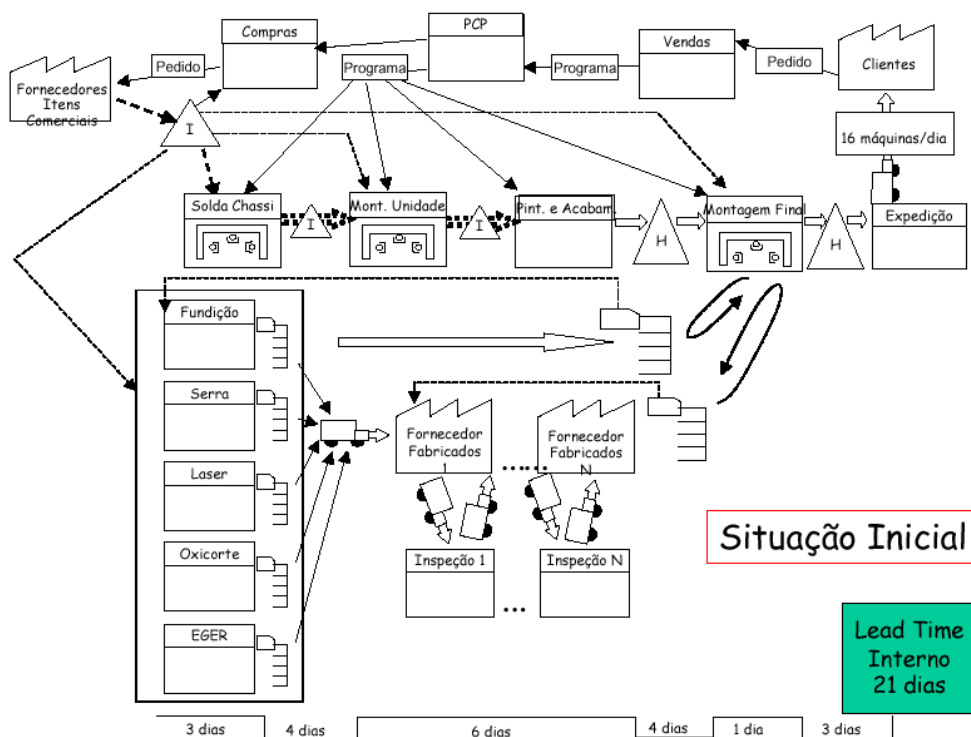


Figura 3 Mapa do fluxo de valor da situação inicial

### 2.4 Plano de Melhorias

Através do mapa do fluxo de valor pode-se definir uma série de ações a serem tomadas para melhoria do processo produtivo. Dentre os problemas mais críticos detectados e as soluções propostas, temos:

**Problema:** Falta e sobra de peças na montagem devido, dentre outras causas, ao uso incorreto do sistema de controle kanban

**Solução proposta:** Adoção de controle por ciclo de pedido constante, com base num TPT de 3 dias. TPT significa “Toda Parte Todo...” (turno, dia, semana, *pitch*, *takt*, etc). Trata-se da frequência com que o processo deve se modificar para fazer todas as peças novamente. O controle através de ciclos de pedidos constante é o método normalmente utilizado entre as empresas e seus fornecedores externos. Isto se justifica pela distância entre estes, que deixaria inviável as entregas a qualquer momento do dia, exigidas pelo método anterior. Porém, dentro das fábricas, este método também pode ser usado, principalmente em situações onde a distância entre os processos é relativamente longa, a variedade de peças e componentes em supermercados é relativamente grande e não se pode disponibilizar pessoas para fazerem este transporte de peças e cartões, NAZARENO (2003).

Um caso em que o supermercado de peças controladas por kanban mais atrapalhava do que ajudava eram os setores de Fundição e Serra, nos quais devido à grande variedade de peças os operadores não conseguiam priorizar eficazmente as peças no vermelho que deveriam ser produzidas num determinado momento. Com isso, estes supermercados foram eliminados e adotou-se um sistema de puxado seqüencial neste fluxo de valor.

Além da adoção de um TPT de 3 dias fez-se também uma revisão dos números e tamanho dos lotes de kanban e um treinamento dos operadores.

**Problema:** Terceirização de operações o que gerou a necessidade na empresa de realizar inspeções intermediárias entre cada operação desenvolvida nos fornecedores. A terceirização das operações, e a necessidade de inspeções intermediárias causaram um aumento excessivo de transporte entre a empresa e os fornecedores, gerando também altos lead times e a necessidade de um alto nível de estoque em processo. A Figura (4) mostra a situação inicial de terceirização, a solução implantada e a solução ideal a longo prazo a ser implantada.

**Solução:** Inspeção feita nos próprios fornecedores. A empresa passou a realizar apenas a inspeção final da peça. Além disso a empresa também implantou um sistema de milk run para reduzir atrasos e diminuir os lead times de entrega dos fornecedores.

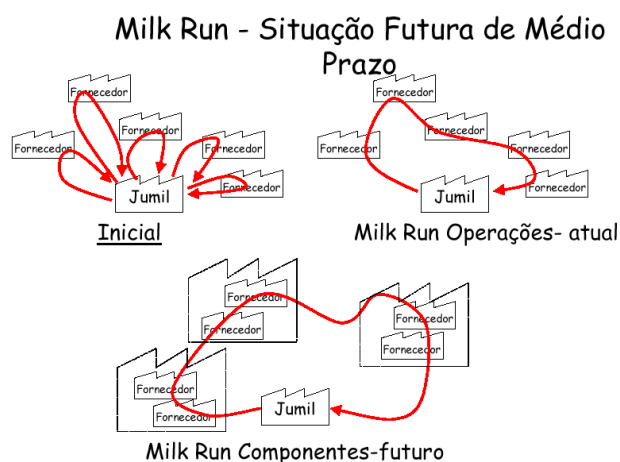


Figura 4 Situação inicial, implantada e ideal do sistema de fornecimento da empresa

**Problema:** Programação desbalanceada do setor de montagem, o que dificultava o atendimento das necessidades diárias de produção.

**Solução:** Implantação de um quadro de programação e balanceamento da produção (*heijunka box*). Com isso, passou-se a ter uma visão clara e fácil da situação a cada instante no setor de montagem. Além disso, foi também implantado um sistema de equipes de montagem. Dependendo da complexidade de cada máquina as equipes eram compostas por 3 ou 4 operários. A Figura (5) mostra o quadro de programação implantado no setor de montagem.



Figura 5 Quadro de programação (heijunka box)

Os mapas do fluxo de valor a seguir mostram a localização de mais alguns problemas detectados na empresa:

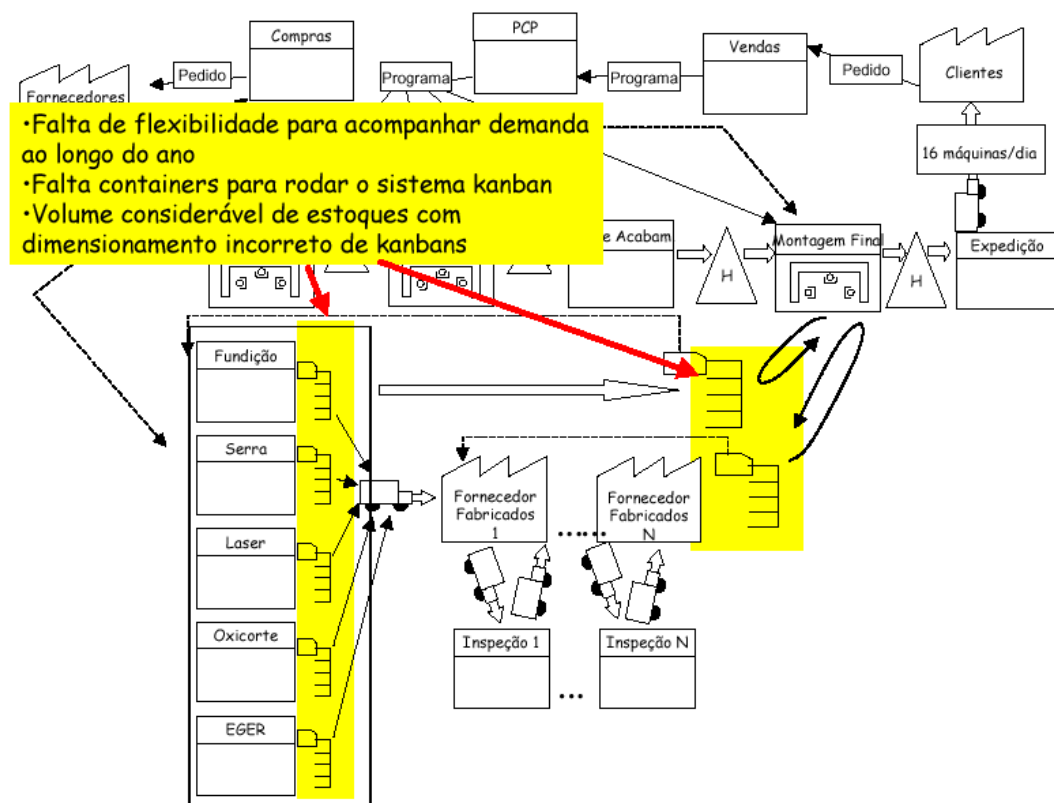


Figura 6a - Problemas identificados na empresa

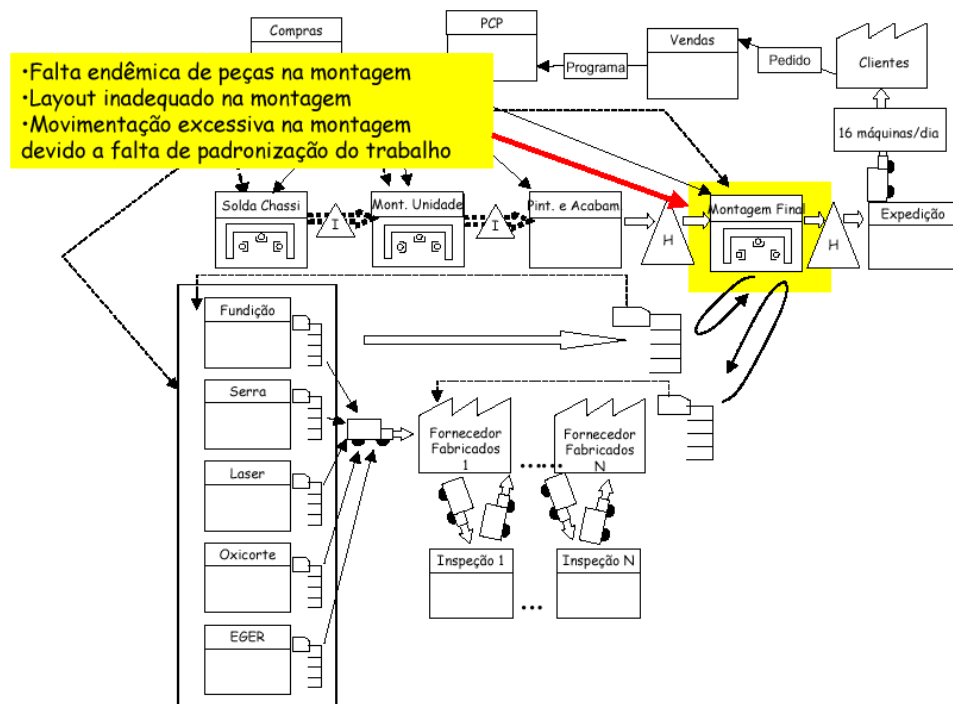


Figura 6b - Problemas identificados na empresa

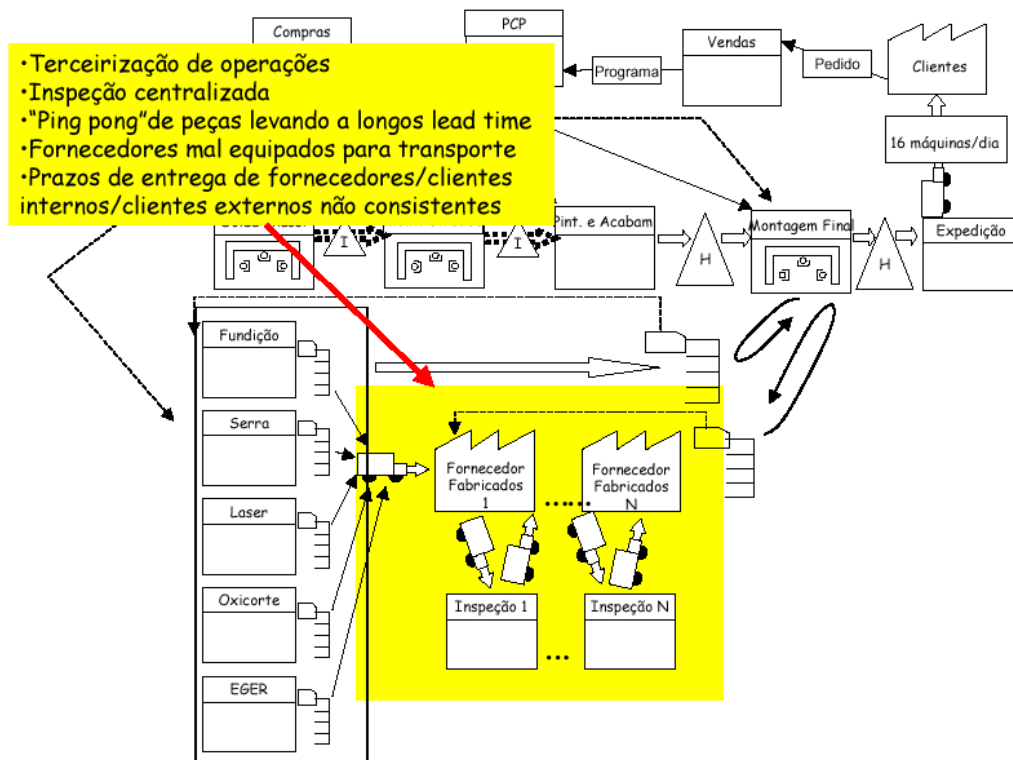


Figura 6b Problemas identificados na empresa

## 2.5 Construção do Mapa da Situação Futura

Com base no mapa do fluxo de valor da situação inicial e nos desperdícios e problemas identificados, projetou-se um mapa da situação futura. Este mapa foi feito visando uma situação futura de médio prazo, onde a implantação pudesse ser feita rapidamente e os resultados poderiam ser alcançados em um curto período de tempo, ver Fig. (8).



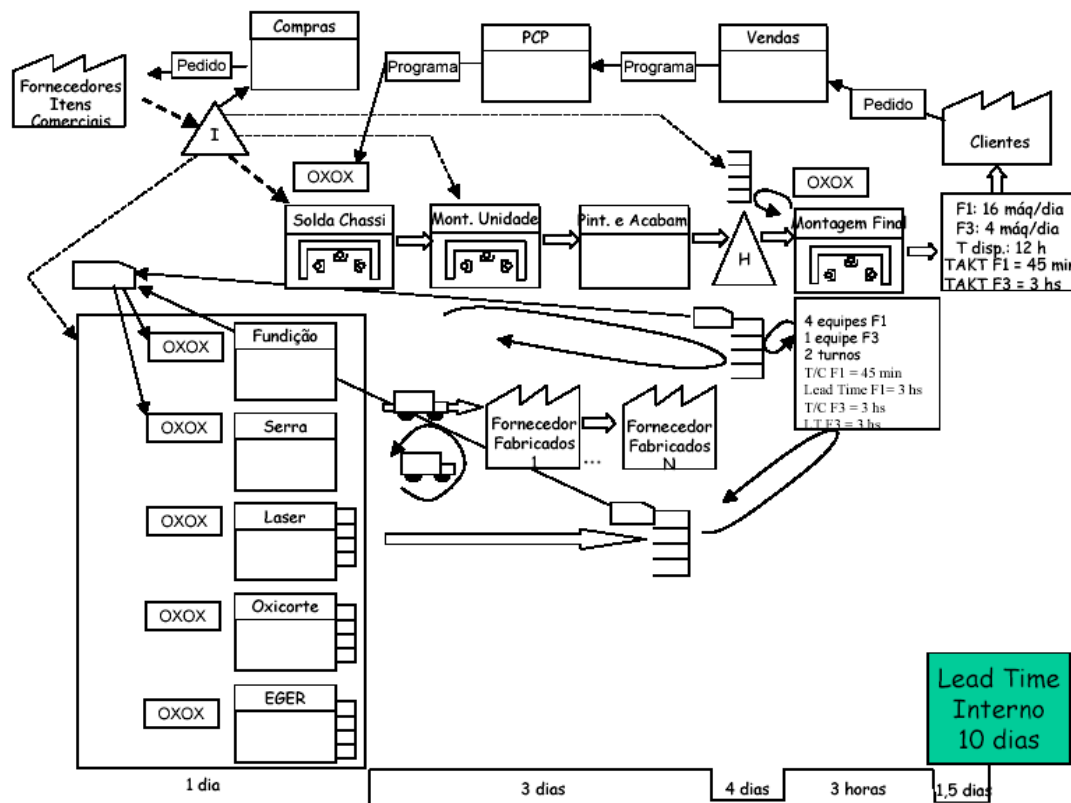


Figura 8 Mapa do fluxo de valor da situação futura

Entre os resultados alcançados com o projeto e implantação do sistema de produção enxuta, pode-se destacar:

- Redução do lead time interno de produção de 21 dias para 10 dias.
- Aumento no giro de estoques. O gráfico a seguir mostra os reflexos da implantação do sistema de produção enxuta sobre o índice de giro de estoques da empresa;

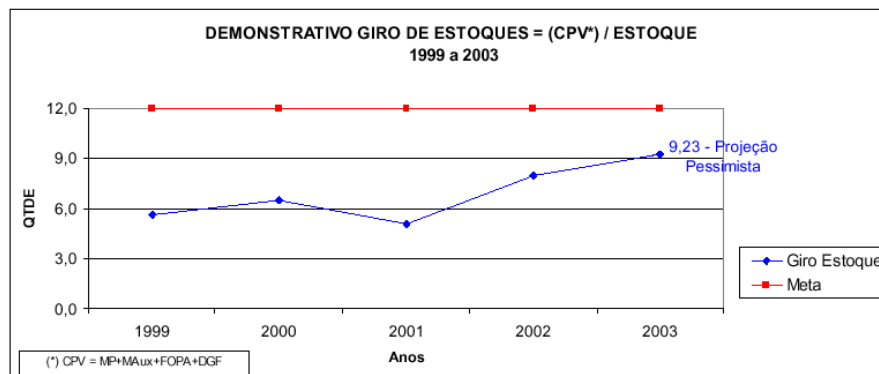


Figura 9 Gráfico representativo do aumento no giro dos estoques

- Aumento na produtividade total da empresa. Passou-se a produzir 20 máquinas no período de pico de demanda com o mesmo número de recursos que se produzia 18 máquinas no ano anterior. Além disso, o esforço para se produzir 20 máquinas foi menor. Exemplo disso, foi a menor quantidade de horas extras utilizadas na produção durante o pico de demanda.
- Considerando os picos de demanda e produção da empresa que ocorrem nos meses de setembro e outubro, em comparação com o ano de 2002, o índice de produtividade aumentou de 5 para 13.

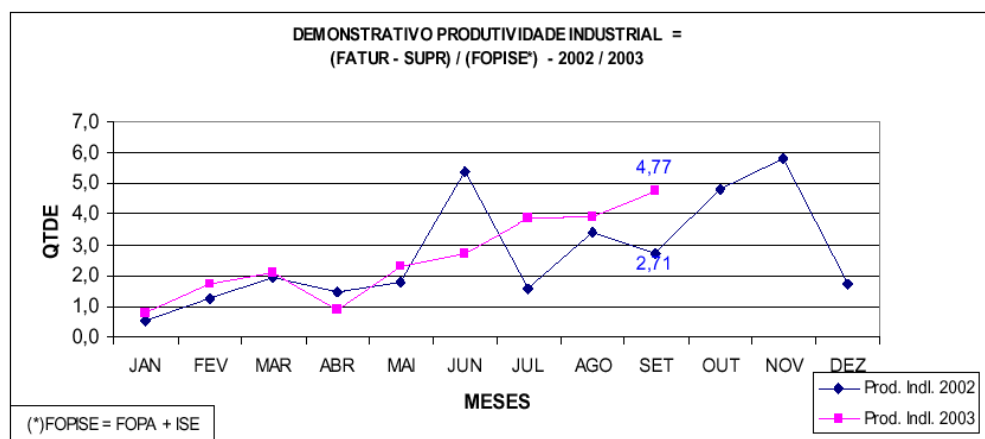


Figura 10 Demonstrativo da produtividade industrial

### 3. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostram que a aplicação dos conceitos, técnicas e ferramentas da Produção Enxuta podem se estender além dos limites das linhas de montagem automobilísticas. Os conceitos dessa filosofia de produção desenvolvida na Toyota Moto Company podem ser utilizadas nos mais diversos tipos de indústrias. O objetivo deste artigo foi, além de mostrar os resultados da implantação de um sistema enxuto de produção, apresentar também uma aplicação em um setor diferente dos tradicionalmente apresentados, o setor agroindustrial.

Levando-se em consideração os resultados obtidos pode-se notar que os ganhos obtidos com aplicação dos conceitos da Produção Enxuta podem-se se estender a outros tipos de sistemas de produção e não se restringir apenas ao setor automobilístico. Cabe aos envolvidos no processo de implantação desse sistema adaptá-lo a cada caso particular de sistema produtivo.

### 4. REFERÊNCIAS

- Hines, P., Taylor, D. (2000), “*Going Lean*”, Lean Enterprise Research Centre, Ed., Text Matters.
- Nazareno, R. (2003), “Proposta de um Método para Concepção, Desenvolvimento, Implementação e Monitoramento de um sistema de Produção Enxuta”, Dissertação de Mestrado, São Carlos.
- Nazareno, R. R., Silva, A. L. e Rentes, A. F., “Mapeamento do fluxo de valor para produtos com ampla gama de peças”, Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP 2003.
- Pinedo, V. (2003), “Tsunami - Construindo organizações capazes de prosperar em maremotos”, Ed. Gente, SP.
- Rother, M.; Shook, J. (1998), “*Learning to See*”, The Lean Enterprise Institute, MA, USA.
- Womack, J.; Jones, D.; Roos, D. (1996). “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*”. Simon & Schuster, New York.
- Shingo, S., (1996), “*Sistemas de Produção com estoque zero*”, Productivity Press, Inc.