

+LE

25/12/04

9

RINALDO JOSÉ CORDEIRO SANTOS JÚNIOR

IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN NO SETOR DE TAPES DA
JOHNSON & JOHNSON

Trabalho de graduação apresentado à
Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo junto ao departamento de
Engenharia Mecânica.

São Paulo

2004

RINALDO JOSÉ CORDEIRO SANTOS JÚNIOR

**IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN NO SETOR DE TAPES DA
JOHNSON & JOHNSON**

**Trabalho de graduação apresentado à
Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo junto ao departamento de
Engenharia Mecânica.**

**Orientador:
Adherbal Caminada**

**São Paulo
2004**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a colaboração de todos que tornaram possível a realização desse trabalho, meus familiares, meus amigos, colegas de trabalho e de faculdade.

Agradeço à Johnson & Johnson que tornou possível a realização deste trabalho e sempre respondeu com apoio e incentivo.

RESUMO

O propósito deste trabalho é reunir elementos para o projeto de uma cadeia de suprimentos baseada nas teorias da metodologia de produção enxuta “Lean Thinking”. Serão identificados e mapeados os principais pontos de uma cadeia de suprimentos de um caso real na indústria, através do desenho dos mapas de fluxo de valor, análise de fluxo de produção e análise de processos produtivos.

A metodologia empregada no trabalho visa reduzir custos de produção através da identificação de estoques e gargalos produtivos, implementando uma seqüência pré-definida de produção com compra controlada de matéria prima e controle dos níveis de estoques.

O foco do Lean Thinking é o cliente e o melhor atendimento que pode ser provido a ele. Observa-se em grandes empresas o sucesso da implementação da metodologia Lean em todos os níveis de produção, desde os fornecedores de matéria prima até os centros compradores do produto final, empregando uma nova tendência modo de produção baseada na redução de perdas e desperdícios, aumento da confiabilidade e qualidade do produto final aprimore os meios produtivos e satisfaça melhor o consumidor.

ABSTRACT

The purpose of the following final term work is to perform a supply chain Lean project based on the theories developed by the “Lean Thinking”.

One real industry supply chain will be identified on its main points, considering all the process development through map draws, production and process analyzes.

The theories applied aim the production cost reduction by controlling stocks values, purchasing orders.

Lean’s theories focus on the clients’ requirements aiming their best supply. Big companies have obtained success on Lean Manufacturing implementation in all production levels, since raw materials suppliers to big clients, creating a new production model based on the reliability among the supply chain components.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE SÍMBOLOS	9
1 ORIGEM DO PENSAMENTO ENXUTO	11
2 ORIGEM DO PROBLEMA.....	13
3 OS 7 PRINCÍPIOS DO LEAN.....	15
4 DEFINIÇÃO E TIPOS DE PERDA	17
5 ETAPAS DA IMPLEMENTAÇÃO LEAN.....	20
6 ESTRATÉGIAS E HIERARQUIAS DE PRODUÇÃO	21
7 DESCRIÇÃO DO MATERIAL.....	24
8 DESCRIÇÃO DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	26
8.1 Calandra.....	26
8.2 Estufa Espalhadeira	27
8.3 Hospital Rack	28
8.4 Embalagem	29
9 DEMANDA MÉDIA DO CLIENTE.....	30
10 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	31
11 DESENHO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	34
11.1 Mapeamento do Fluxo de Valor	34
11.2 Mapa de Fluxo de Valor Atual.....	35
11.3 Mapa de Fluxo de Valor Futuro	40
12 CÁLCULOS DE IRL (Inventory Replenishment Level).....	42
13 CÁLCULO DE KANBAN.....	44
14 IMPLEMENTAÇÃO	46
15 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS E ANÁLISE FINANCEIRA	48
16 SUGESTÕES FUTURAS	49
17 CONCLUSÃO.....	51
18 BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA.....	53

LISTA DE FIGURAS


Figura 1 - Hierarquias de Produção.....	21
Figura 2 - Foto dos Produtos.....	25
Figura 3 - Foto Calandra	27
Figura 4 - Foto Hospital Rack.....	28
Figura 5 - Foto Acabamento Hospital Rack.....	29
Figura 6 - Gráfico da Demanda de Cloth Tape	30
Figura 7 - Estoque Tecido	31
Figura 8 - Estoque Solução Adesiva	32
Figura 9 - Compra de Tecido	32
Figura 10 - Compra Solução Adesiva	33
Figura 11 - Etapa Inicial do Mapa Atual.....	335
Figura 12 - Valores de Inventários.....	335
Figura 13 - Fornecedores e Programação.....	337
Figura 14 - Mapa de Fluxo de Valor Atual	38
Figura 15 - Mapa de Fluxo de Valor Futuro	40


LISTA DE TABELAS


Tabela 1 - Problemas da Linha de Tapes	14
Tabela 2 - Seqüência de Processo do Esparadrapo	25
Tabela 3 - Identificação de uma Família de Processos	31
Tabela 4 - Cálculo de IRL	43
Tabela 5 - Porcentagem de Produção	44
Tabela 6 - Pedidos de Compra do Tecido	46
Tabela 7 - Pedidos de Compra da Solução Adesiva.....	47
Tabela 8 - Preço por Unidade dos Componentes	48
Tabela 9 - Economia do Projeto	48

LISTA DE SÍMBOLOS


 : Operador

 : Programação de Produção “Vá ver”


 : Processo de Produção


 : Supermercado


 : Inventário


 : Movimento de produtos acabados para o cliente


 : Movimento de materiais da produção empurrada

 : Caixa de dados

 : Kanban de Produção

 : Kanban de Retirada

 : Kanban de Sinal

 : Fluxo de Informação manual

 : Retirada

1 ORIGEM DO PENSAMENTO ENXUTO

Após a guerra, Eiji Toyoda, presidente da Toyota resolveu firmemente ingressar na fabricação em larga escala de carros e caminhões comerciais, porém deparou com uma série de problemas:

- O mercado doméstico japonês era limitado e demandava uma vasta gama de veículos para diferentes utilizações
- As forças de trabalho estavam fortemente vinculadas a sindicatos
- A economia do país, devastada pela guerra, estava ávida por capitais e trocas comerciais, sendo impossível a compra de tecnologia de produção ocidental.
- O mundo exterior estava repleto de produtores de veículos ansiosos por operarem no Japão
- O estilo de produção do mundo era a produção em massa voltada para os modelos do fordismo

Para este último problema, o governo japonês tomou como medida de preservação da indústria nacional a proibição de investimentos externos. Essa medida permitiu que a Toyota e outras indústrias se desenvolvessem no mercado japonês, mas não assegurava o sucesso internacional.

Para tal, foi criado por Taiichi Ohno, principal engenheiro de produção da Toyota, o sistema de produção enxuta.

A primeira percepção de Ohno deu-se no setor de estampagem. Nas grandes montadoras americanas os moldes e prensas eram imensos e pesados e eram específicos para a produção de apenas um tipo de peça. Ohno percebeu que aquilo era inaplicável no seu caso. Sua demanda era baixa e seu desejo era de com uma mesma prensa fabricar todo o tipo de peça em apenas algumas horas. No fim da década de 50, Ohno havia reduzido o tempo de troca dos moldes de um dia para apenas 3 minutos. E por fim descobriu que o custo de produção de peças prensadas era menor em lotes pequenos do que em lotes imensos, já que os estoques eram eliminados e os erros eram identificados quase que instantaneamente. A consequência dessa descoberta foi a maior preocupação com a qualidade do produto, eliminando o desperdício.

Outra experiência de Ohno foi a criação de equipes de trabalhadores, cada qual com o seu supervisor, responsáveis por uma parte da linha. Cada equipe tinha um horário reservado periodicamente para sugerir melhoria para o processo, sendo criado o conceito de aperfeiçoamento contínuo ou Kaizen.

Quanto ao retrabalho, Ohno autorizou que cada posto de trabalho fosse responsável por parar totalmente a linha quando algum defeito fosse encontrado e toda a equipe seria designada a trabalhar no problema. Os erros e defeitos eram identificados e os cinco porquês do problema eram discutidos.

Algumas dessas medidas criadas por Taiichi Ohno foram pioneiras para a criação do Lean Thinking e a metodologia de produção enxuta, largamente utilizada em empresas nos dias de hoje.

2 ORIGEM DO PROBLEMA

A mentalidade enxuta cada vez mais vem regendo os processos de produção através de uma metodologia de redução e eliminação de perdas, foco na qualidade do produto e melhoria de atendimento ao cliente.

O problema a ser desenvolvido no presente trabalho de graduação surgiu em conjunto com o projeto de estágio que consistia no mapeamento do fluxo de produção do setor de Tapes da Johnson & Johnson, identificação dos gargalos e estoque de produção e implementação das técnicas de produção enxuta.

Observou-se que o setor de Tapes trabalha com o sistema de produção Make to Forecast, que consiste na produção destinada a cumprir os requisitos de um forecast enviados pela matriz Johnson nos Estados Unidos. A compra de matéria prima não seguia nenhum padrão e simplesmente os pedidos eram feitos aleatoriamente fazendo com que o inventário de material crescesse cada vez mais. A programação de produção era feita máquina a máquina, demandando um certo tempo para o planejador de produção concatenar todas as linhas de acordo com o seu propósito de produção. O inventário de matéria prima e produto acabado não tinha controle e frequentemente apresentava valores altos em estoque, aumentando o espaço de armazenagem em depósito e o valor de dinheiro parado. Estoques intermediários eram grandes contribuindo para um alto valor do inventário WIP (work in process) de produtos dentro da fábrica.

Observou-se também que na maioria dos meses, não era possível entregar 100% dos produtos encomendados pelo forecast devido a empecilhos a uma melhor estruturação do processo produtivo e seus ramos, o que gerava uma falha no atendimento ao cliente.

A Tabela 1 lista alguns dos problemas identificados inicialmente na linha produtiva da área de Tapes.

Tabela 1 - Problemas da Linha de Tapes

PROBLEMAS DA LINHA DE TAPES
Produção para Forecast
Sistema Empurrado
Inventários Altos
Espaço em Estoque Reduzido
Baixo Atendimento ao Cliente
Programação Individual por Máquina
Excesso de Perdas
Alto Tempo de Entrega do Produto

A solução apresentada pelo grupo de Tapes para estes problemas da fábrica foi o mapeamento da produção e a implementação das técnicas do Lean Thinking de redução de estoques, instalação de supermercados para controle de inventários e programação de produção através de sinais de produção.

A expectativa gerada pela implementação das idéias criadas por Taiichi Ohno fez com que fosse criada a motivação para a execução deste trabalho de formatura.

3 OS 7 PRINCÍPIOS DO LEAN

Para melhor entendimento do pensamento enxuto, serão descritas as bases da Metodologia Lean, fundamentadas em 7 princípios descritos a seguir:

1º Princípio – Valor

O Conceito de valor é sempre definido pela perspectiva do cliente. O que é mais valioso para ele torna-se de suma importância para todo o processo produtivo.

2º Princípio – Criação de Valor

Todas as atividades, desde a identificação da necessidade do consumidor, até o seu atendimento, devem ter valor adicionado sob a perspectiva do cliente, no atendimento de suas necessidades.

3º Princípio – Puxar a Produção

A produção de um determinado item começa com um sinal da demanda. O trabalho é sincronizado e projetado com base em padrões de demanda e eventos conhecidos. O trabalho e inventário são mantidos nos menores níveis que não comprometam a o desenrolar do processo.

4º Princípio – Alinhamento de Metas

Todos os elementos do processo possuem ligações e metas comuns alinhadas para atender as necessidades do consumidor.

Todas as funções têm metas que estão alinhadas com os resultados operacionais: Marketing, Vendas, Manufatura, Recursos Humanos.

5º Princípio – Otimização de Planejamento

A produção é puxada pela demanda, reduzindo a necessidade de planejamento individual por etapa de produção.

6º Princípio – Papéis, responsabilidades e Cultura

Os papéis seguem o fluxo do processo e as responsabilidades são baseadas nos requisitos de performance do mesmo. Papéis e responsabilidades são arquitetados para permitir uma visão geral de todo o processo.

7º Princípio – Melhoria Contínua (Kaizen)

Mudança e processo de renovação para inovar e refinar a eficiência e a qualidade, visando sempre reduzir os custos e tornar o processo cada vez mais eficaz.

4 DEFINIÇÃO E TIPOS DE PERDA

Comumente perda é definida como qualquer atividade humana que absorve recursos e não agrega valor. Taiichi Ohno definiu sete tipos de perdas encontradas nos processos de manufatura, suas causas e soluções:

Perdas por superprodução

Causas:

- Áreas grandes de depósito
- Custos elevados de transporte
- Set up grande

Soluções:

- Reduzir o set up de máquina
- Fazer só o necessário
- “Puxar” a produção

Perdas por transporte

Causas:

- Layout inadequado
- Lotes grandes
- Produção com grande antecedência

Soluções:

- Projetar layout para minimização de transporte
- Reduzir a movimentação de material

Perdas no processamento

Causas:

- Ferramentas e dispositivos inadequados
- Falta de padronização
- Material inadequado
- Erros ao longo do processo

Soluções:

- Análise e padronização dos processos
- Garantia de qualidade de material

Perdas por fabricação de produtos defeituosos

Causas:

- Processos de fabricação inadequados
- Falta de treinamento
- Produtos danificados
- Materiais defeituosos

Soluções:

- Uso de mecanismos de prevenção de falhas
- Garantia de qualidade do material
- Controle estatístico do processo

Perdas por movimentação dos trabalhadores

Causas:

- Layout inadequado
- Padrões inadequados / ergonomia
- Itens perdidos

Soluções:

- Estudo dos movimentos
- Minimização de deslocamentos

Perdas por espera

Causas:

- Espera por materiais
- Espera por informações
- Layout inadequado
- Imprevistos de produção

Soluções:

- Sincronização do fluxo de materiais
- Balanceamento com trabalhadores flexíveis em células
- Manutenção preventiva

Perdas por estoque

Causas:

- Superprodução
- Grandes sazonalidades de demanda

Soluções:

- Sincronização do fluxo minimizando WIP
- Redução de set up de máquina
- Redução de lead-time
- Produção acompanhando demanda

5 ETAPAS DA IMPLEMENTAÇÃO LEAN

O projeto de implementação Lean pode ser dividido em quatro etapas: Preparar, Analisar e Planejar, Executar e Melhoria Contínua. Suas principais características estão citadas a seguir:

Preparar

- Definir o caso
- Disponibilizar os recursos necessários para a utilização no projeto
- Desenvolvimento inicial do escopo do projeto
- Qualificação das oportunidades

Analisar e Planejar

- Estratégias e planos desenvolvidos e aprovados
- Desenho do mapa de fluxo de valor no estado atual e futuro
- Alocação de recursos baseados no escopo
- IRL e supermercados calculados

Executar

- Mapas de fluxo perfeitamente entendidos e sendo executados
- Sistema puxado implementado

Melhoria Contínua

- Estado futuro alcançado
- Lições aprendidas e documentadas
- Processo de melhoria contínua implementado

6 ESTRATÉGIAS E HIERARQUIAS DE PRODUÇÃO

As estratégias de produção têm por suas características fundamentais o tratamento que as empresas dão à administração de estoques e à relação de atendimento com os clientes. As variadas formas de produção variam do sistema empurrado, em que a produção é baseada na antecipação das necessidades e o sistema puxado, em que a produção é baseada num sinal conhecido da demanda.

As hierarquias dos sistemas produtivos variam desde o sistema Make to Order/Puxado, que produz apenas o que o cliente pede até a Produção para Forecast/Empurrada que estoca produtos para uma demanda futura.

O diagrama de hierarquias pode ser representado pela Figura 1:

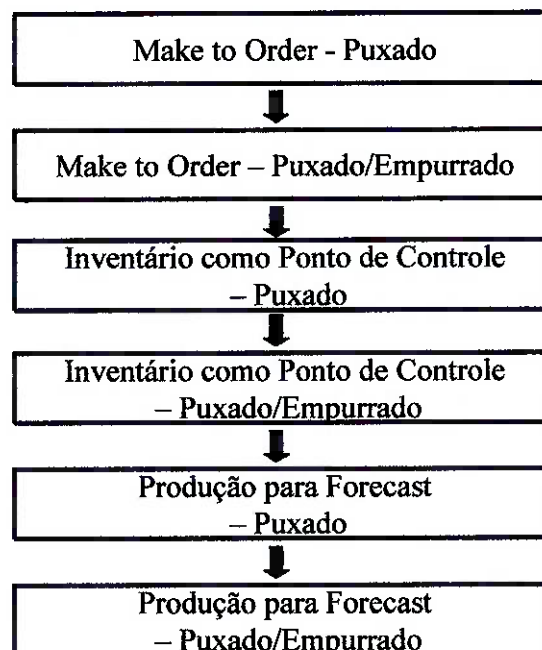


Figura 1- Hierarquias de Produção

Descrição dos Modelos de Produção:

Make to Order: Estratégia focada em fazer somente o que o cliente pede. A produção não se inicia enquanto o pedido não chega. O Lead Time de produção deve ser menor que o Lead Time do Pedido. A estratégia elimina inventários desnecessários durante o fluxo de produção, reduzindo assim o custo do produto.

Make to Order Puxado: Após um sinal conhecido de demanda a produção se inicia.

Make to Order Puxado/Empurrado: Já existe algum componente pronto antes do sinal de início de produção. Mesmo assim o estoque deste componente é o menor possível.

Inventário como Ponto de Controle: Estratégia focada em estabelecer um nível de inventário de segurança a partir do qual deve-se fazer a reposição toda vez que um pedido de produção do cliente é requisitado. Os inventários de segurança são dimensionados para que mesmo em épocas de picos de demanda não falte material para abastecimento da produção e em épocas de pouca demanda os estoques não fiquem super dimensionados.

Inventário como Ponto de Controle Puxado: Após um sinal conhecido, o nível de inventário abaixa, sendo necessária uma ordem de produção para restabelecê-lo.

Inventário como Ponto de Controle Empurrado: Certos componentes não têm o nível de controle de inventário estabelecido, gerando assim estique excedente.

Produção para Forecast (Make to Forecast ou Make to Stock): Estratégia focada em produzir para inventário. Geralmente ocorre quando o Lead Time de Produção é maior do que o Lead Time do Cliente. A principal característica é o alto nível de inventário e perdas durante a produção.

Produção para Forecast Puxado: Apesar de se ter estoque disponível, inicia-se a produção a partir de um sinal indicado pelo forecast.

Produção para Forecast Empurrado: Produção destinada ao aumento do nível de inventário.

Conforme já salientado, a situação atual do sistema de produção da área de Tapes trabalha com a Produção para Forecast (Make to Forecast). Após a implementação do projeto Lean, a cadeia de produção utilizará o modelo de produção baseado no Inventário como Ponto de Controle, utilizando-se um sistema baseado em “puxadas” de produção e reposição do nível de inventário.

7 DESCRIÇÃO DO MATERIAL

Para a implementação da produção enxuta na linha de Tapes, escolheu-se para análise o produto mais representativo em termos de volume de vendas e de lucro de toda a linha, o esparadrapo Cloth Tape da linha First Aid, utilizado para prender ataduras e compressas de ferimentos.

O Cloth Tape é constituído por um tecido tafetá, 100% rayon acetato, branco brilhante isento de furos rasgos, manchas e falhas de alinhamento, contendo em um dos lados uma camada antiaderente e no outro lado um adesivo acrílico sensível à pressão.

Os principais produtos que constituem o esparadrapo são o tecido rayon acetato que é fornecido pela Milliken & Company em rolos, sendo produzido nos Estados Unidos e o adesivo acrílico é fornecido pela National Starch & Chemical Ind. também localizada nos Estados Unidos. A camada antiaderente é constituída por uma solução de silicone e heptana que reveste um dos lados do esparadrapo.

O rolo ou bobina de tecido de 1m de largura sofre como primeiro processo a siliconização e impermeabilização de um dos lados do esparadrapo através de um processo de calandragem à quente. Esse mesmo rolo de 1m de largura sofre a adesivação com a aplicação da solução adesiva acrílica através de um processo de calandragem e posterior aquecimento por uma estufa.

O rolo é cortado na forma de esparadrapos de larguras (1/2 polegada, 1 polegada e 2 polegadas) e comprimentos (5 jardas e 10 jardas) variados.

O produto final é embalado em forma de cartelas Blister ou na forma de cartuchos de plástico Dispenser conforme a Figura 2, sendo que o produto de 5 jardas só apresenta a embalagem final na forma de dispenser, e o produto de 10 só apresenta a embalagem final na forma de blister, ambos podendo variar a largura entre 1/2" e 1". O produto de 2" é acondicionado somente na forma de embalagens blister.



Figura 2 - Foto dos Produtos

A embalagem blister é composta por uma bolha de PVC fixada em uma cartela de papel revestida com um verniz apropriado para a operação.

A embalagem na forma de dispenser é constituída de cartuchos montáveis que formam um invólucro para o material.

O processo do esparadrapo Cloth Tape segue as respectivas seqüências de etapas e máquinas listadas pela Tabela 2:

Tabela 2 - Seqüência de Processo do Esparadrapo

Etapas	Máquinas
Siliconização do Pano	Calandra
Espalhamento da Massa Adesiva	Estufa Espalhadeira
Corte	Hospital Rack
Embalagem Blister	Seladoras
Embalagem Dispenser	Empacotamento manual

8 DESCRIÇÃO DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Neste item serão analisados as máquinas e equipamentos utilizados nos processos e suas respectivas etapas.

8.1 Calandra

A Calandra é uma máquina que possui dois cilindros rotativos, sendo um motor, responsável pela tração do material e o outro junto com o primeiro responsável pelo processo de calandragem. A solução de silicone e heptana é sugada por uma bomba e recalçada na região de contato com os cilindros. A temperatura de operação da máquina circula em torno de 120°C.

A alimentação do jumbo de tecido é feita pela parte esquerda Figura 3, enquanto a sua retirada é feita pelo lado oposto.

Apenas um operador é responsável pela operação do equipamento.

A eficiência da máquina é de aproximadamente 82% e sua capacidade de produção média mensal é de 100700 m². O tempo de troca de bobinas para produção é cerca de 5 minutos.



Figura 3 - Foto Calandra

8.2 Estufa Espalhadeira

A estufa espalhadeira trabalha com o mesmo sistema de espalhamento da Calandra só que com a diferença de se tratar de massa adesiva ao invés da solução de silicone com heptana. Outra diferença é a presença de uma estufa de aproximadamente 20 metros, responsável pela secagem do material. Nesta estufa, a temperatura atinge valores de até 200°C.

A eficiência da máquina é de aproximadamente 86% e sua capacidade de produção média gira em torno de 97000m² mensais.

Assim como a Calandra, a Espalhadeira possui apenas um operador.

O tempo de troca de bobina para operação é cerca de 15 minutos. O tempo de preparação de troca de material para início de produção é cerca de 15 minutos, para a realização de limpeza da máquina.

8.3 Hospital Rack

A HR é uma máquina de corte responsável pela transformação do material armazenado na forma de bobina com aproximadamente 1500m de comprimento e 1m de largura, em rolinhos de esparadrapo de 5 ou 10 jardas; $\frac{1}{2}$, 1 ou 2 polegadas, programados de acordo com a utilização.

As facas de corte da máquina são reguláveis por ajuste de largura pré-especificado e o comprimento de corte é regulado através de software.

A troca de bobinas é feita pelo próprio operador através da utilização de uma talha capaz de elevar e mover com facilidade o jumbo. Esse tempo de troca da bobina não passa de cinco minutos. O tempo de preparação de troca de material para início de produção é cerca de 15 minutos já que a máquina precisa ser limpa por causa da alta adesivação do rolo cortado.

A Figura 4 mostra o lugar em que o jumbo é colocado e desenrolado para posterior corte.



Figura 4 - Foto Hospital Rack

A Figura 5 apresenta a região de corte e confecção dos rolinhos de esparadrapo. Os esparadrapos são retirados com os respectivos eixos e são armazenados em caixas plásticas para a fase de embalagem.

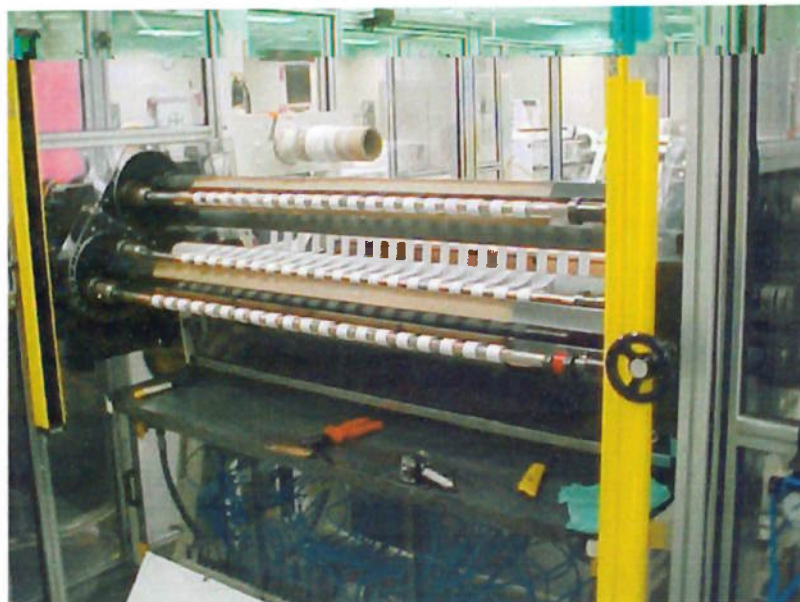


Figura 5 - Foto Acabamento Hospital Rack

A capacidade de operação mensal da máquina é de aproximadamente 400000 rolinhos.

8.4 Embalagem

A embalagem dos esparadrapos pode ser na forma de cartelas com blister ou bolhas ou na forma de dispenser plástico conforme dito anteriormente.

O processo de blistagem ou selagem ocorre através de máquinas seladoras semimanuais que trabalha com alimentação manual de cartelas, bolhas e produtos semi-acabados. Já o dispenser é acondicionado manualmente através da montagem de sua embalagem final. A linha de embalagens tem a capacidade média de acondicionar 320000 rolinhos mensais, podendo estender esse número através de alocação de pessoas para a realização de trabalho manual.

9 DEMANDA MÉDIA DO CLIENTE

A demanda média do cliente é indicada pelo forecast enviado pela matriz da Johnson & Johnson nos Estados Unidos. Observa-se uma maior demanda de Cloth Tape no período correspondente ao fim do ano.

A Figura 6 mostra variação da demanda referente aos meses de dezembro de 2003 a maio de 2005.

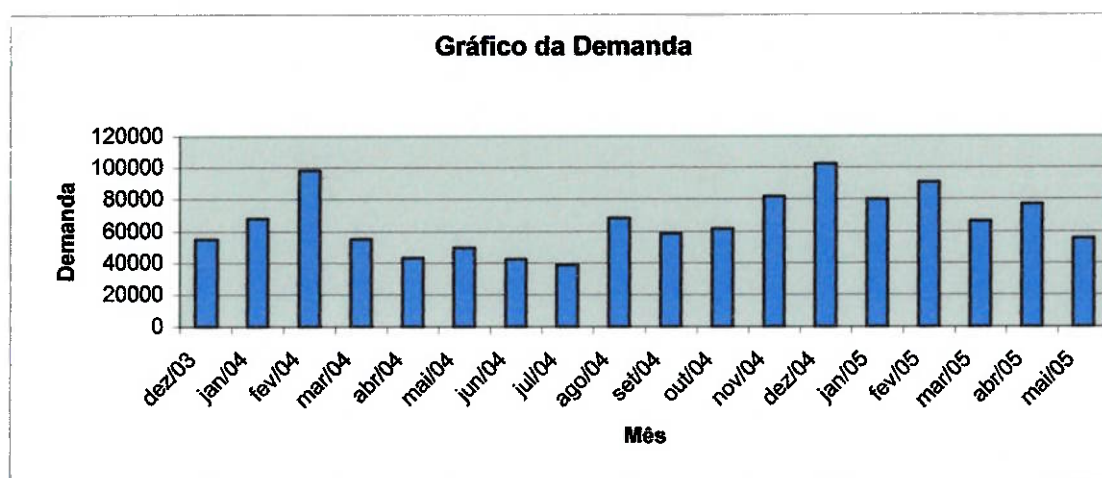


Figura 6 - Gráfico da Demanda de Cloth Tape

Através de cálculos estatísticos efetuados pela ferramenta Microsoft Excel, obtém-se uma demanda média de 64600 metros quadrados e um desvio padrão de 19575 metros quadrados.

10 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Para a maior compreensão do problema será traçada na Tabela 3 a identificação de uma família do processo, englobando o Cloth Tape e as máquinas utilizadas na preparação do produto.

Tabela 3 - Identificação de uma Família de Processos

Produto	Recebimento	Calandra	Espalhadeira	Hospital Rack	Blister	Dispenser	Expedição
Cloth Tape	x	x	x	x	x		x
Cloth Tape	x	x	x	x		x	x

Observam-se duas linhas distintas, cada uma representando um tipo de embalagem final do produto, o blister e o dispenser.

Os principais componentes do Cloth Tape, em termos de utilização, preço e Lead Time de entrega são o tecido rayon acetato e a solução adesiva acrílica.

De acordo com a metodologia Lean, tem-se preferência em mapear os produtos que possuem maior Lead Time na cadeia. Para a cadeia do Cloth, observa-se o tecido com um lead time de entrega do fabricante de 90 dias e a solução adesiva com um lead time de entrega de 45 dias. Para estes produtos, a compra de materiais não é feita de forma ordenada e o estoque não apresenta nenhuma forma de controle.

A Figura 7 e a Figura 8 apresentam a situação do estoque dos dois componentes principais, desde o início de maio de 2003 até o início do mês de outubro de 2004.

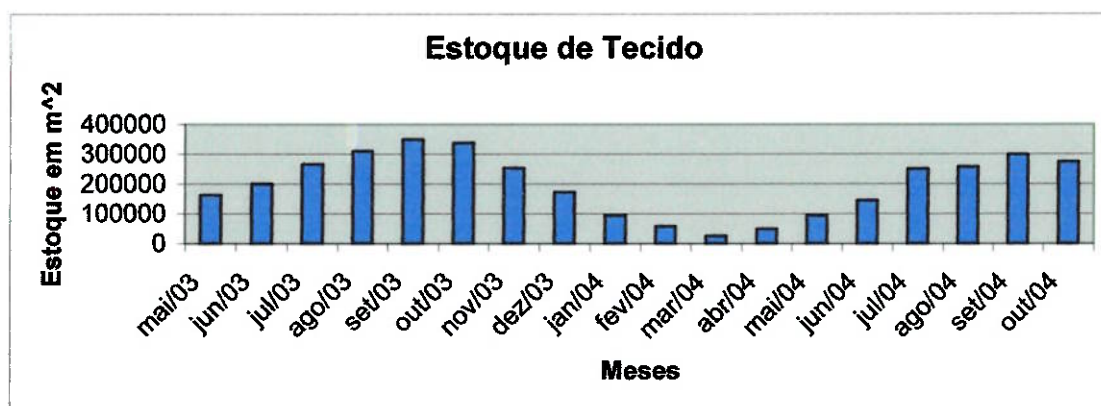


Figura 7 - Estoque Tecido

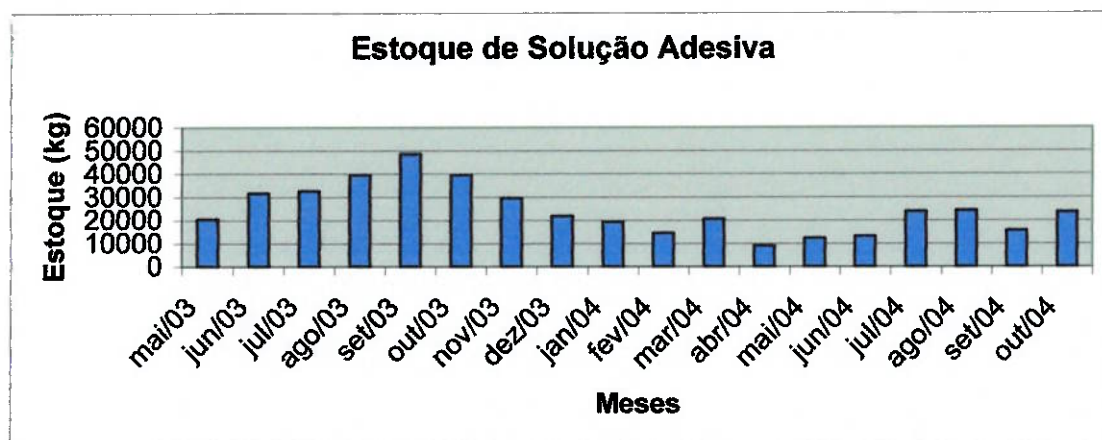


Figura 8 - Estoque Solução Adesiva

Nota-se que nos dois gráficos acima que não há uma linha de controle de estoque e que a variação é muito grande ao longo do período escolhido. Para ambos os produtos é observado um valor alto de inventário no período de setembro, outubro e novembro de 2003, fatalmente causado pela alta demanda nos pedidos de forecast de fim de ano.

A compra de material também sofre inconstâncias e sazonalidades, podendo ser analisada durante o período de abril de 2003 a agosto de 2004 pela Figura 9 e pela Figura 10.

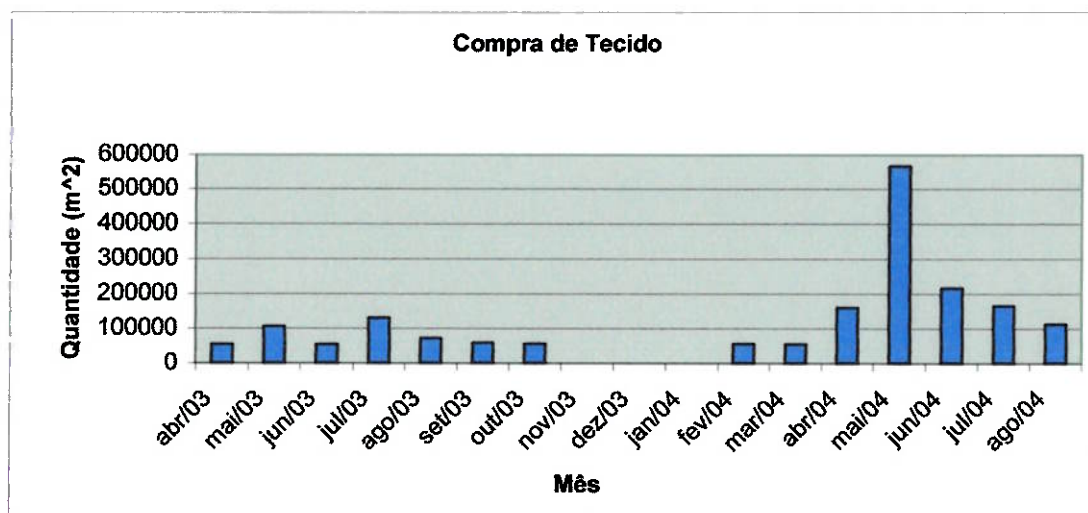


Figura 9 - Compra de Tecido

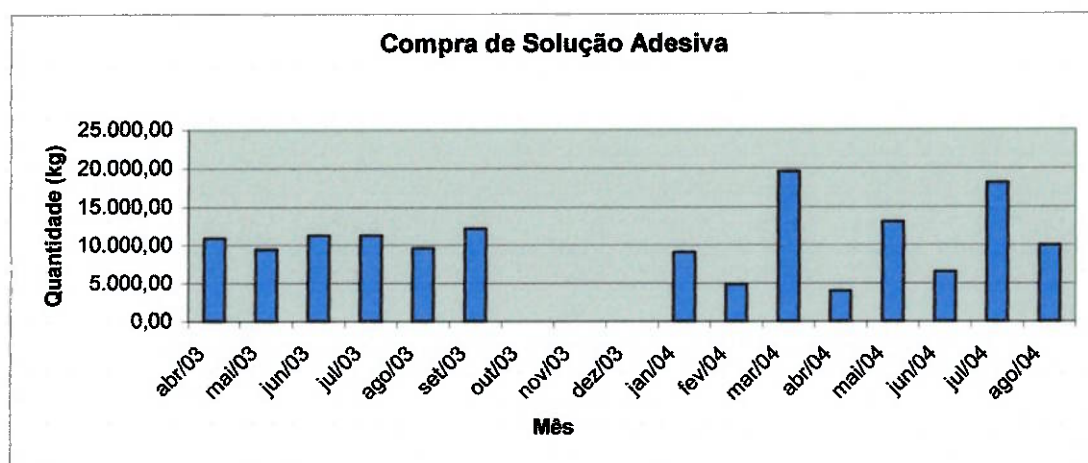


Figura 10 - Compra Solução Adesiva

Os gráficos de compra de materiais apresentam uma variação ainda maior do que os anteriores, indicando meses em que não ocorreram pedidos de materiais e meses em que os pedidos foram feitos em lotes muito grandes. Observa-se que após os meses em que não houve pedido de compra de materiais a redução do inventário. Observa-se também um abrupto pedido de tecido no mês maio e um aumento não correspondido de inventário nos meses seguintes devido ao fato de que nesse período cerca de 300.000m² do material fornecido pela Milliken foi recusado pelo setor de garantia de qualidade, já que este apresentou defeitos e manchas em sua composição. Neste caso o material foi mandado de volta à empresa.

Fatos como a ausência de controle de estoque e a variação não ordenada dos pedidos de compra contribuíram para o aumento de inventário e diminuição de espaço dentro da fábrica.

Com todas essas características o setor de Tapes tornou-se um lugar propício para a implementação do Lean Thinking, mapeamento de produção e o sistema de redução de inventários.

11 DESENHO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Agora serão analisadas as perdas por estoque durante todas etapas do processo através do desenho da cadeia de suprimentos e mapeamento do fluxo de valor.

11.1 Mapeamento do Fluxo de Valor

O mapeamento do fluxo de valor é um mecanismo que indica o fluxo de produção desde a matéria prima até o abastecimento ao consumidor e o caminho de projeto do produto desde sua concepção até o seu lançamento. Considerar a perspectiva do fluxo de valor significa levar em conta o quadro mais amplo, não só os processos individuais; significa melhorar o todo e não só otimizar as partes.

Algumas vantagens de se mapear o fluxo de valor são listadas abaixo.

- Ajuda a visualizar o fluxo e não só os processos individuais.
- Ajuda a identificar as fontes de desperdício.
- Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura
- Forma uma base do plano de implementação
- Mostra uma relação entre fluxo de informação e fluxo de materiais

11.2 Mapa de Fluxo de Valor Atual

A construção do Mapa de Fluxo de Valor será baseada no mapeamento das unidades de produção da fábrica, levando em conta o número de operadores e os dados relevantes dos equipamentos.

Para o início da construção do mapa de fluxo de valor atual serão enumeradas as unidades de trabalho ou processos listadas na identificação das famílias de processo. Os estoques intermediários que fazem parte da cadeia são representados por figuras na forma de triângulos.

A Figura 11 representa as etapas iniciais de produção sobre as quais o produto está submetido até o envio para ao cliente.

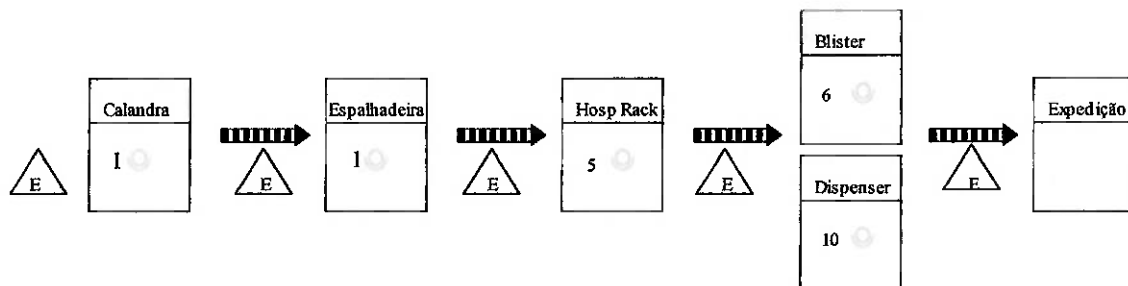


Figura 11- Etapa Inicial do Mapa Atual

O passo seguinte será a listagem das informações das máquinas e dos valores dos inventários existentes entre os processos, conforme a Figura 12.

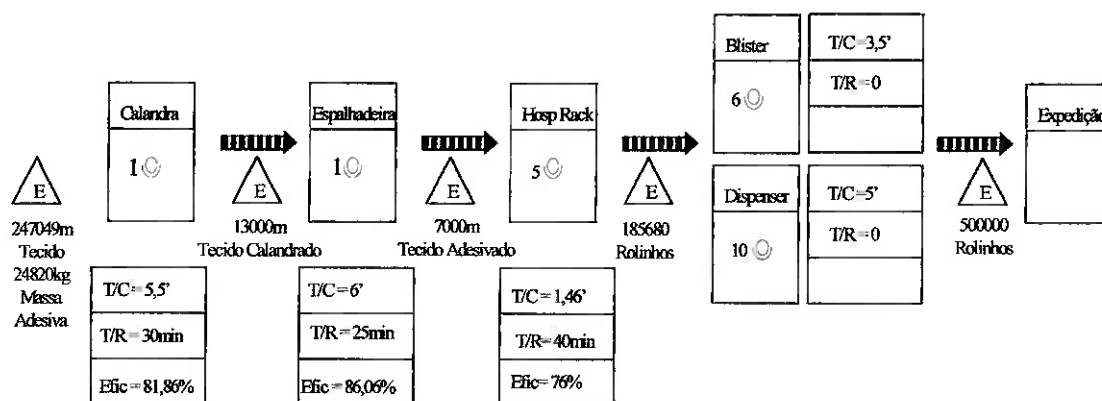


Figura 12 - Valores de Inventários

As informações listadas das máquinas foram o tempo de ciclo (T/C) que é o espaço de tempo para produzir uma unidade do produto, o tempo de change over (T/R) que é o tempo de troca para mudar a produção de um tipo de produto para outro e a eficiência da máquina.

O tempo de ciclo é medido diretamente na máquina através da utilização de um cronômetro. O tempo de change over é obtido a partir de dados históricos fornecido pelo sistema de dados da companhia.

Na linha de embalagem, as perdas durante a produção são mínimas devido ao fato de termo uma linha praticamente manual, não sendo necessária a utilização do conceito de eficiência.

Os dados dos estoques foram coletados através do sistema R3 da SAP e através de observação e contagem numérica de inventários pela fábrica.

O que pode ser notado inicialmente é um alto valor no estoque de armazenamento da solução acrílica adesiva e do tecido tafetá, assim como um alto valor do estoque de produtos acabados para serem expedidos em comparação com os dados de demanda listados anteriormente.

O próximo passo do mapeamento inclui na Figura 13 a inserção dos fornecedores das matérias primas e a programação semanal em cada uma das unidades de produção.

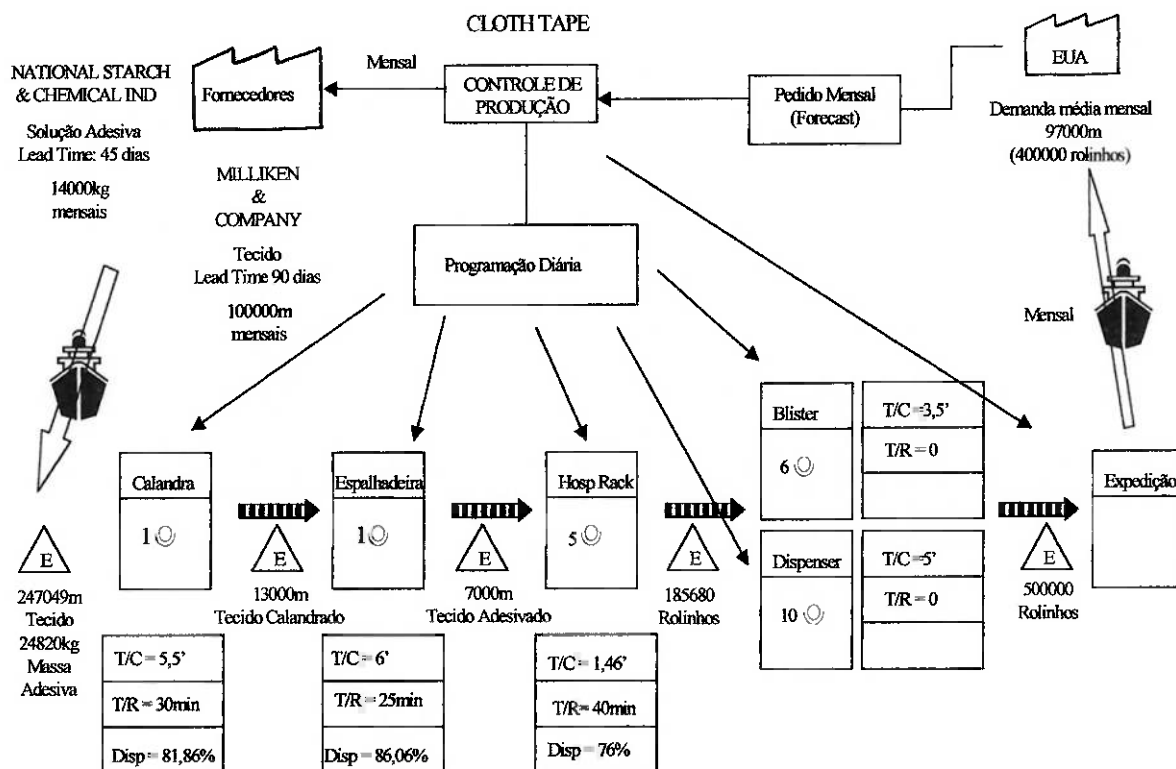
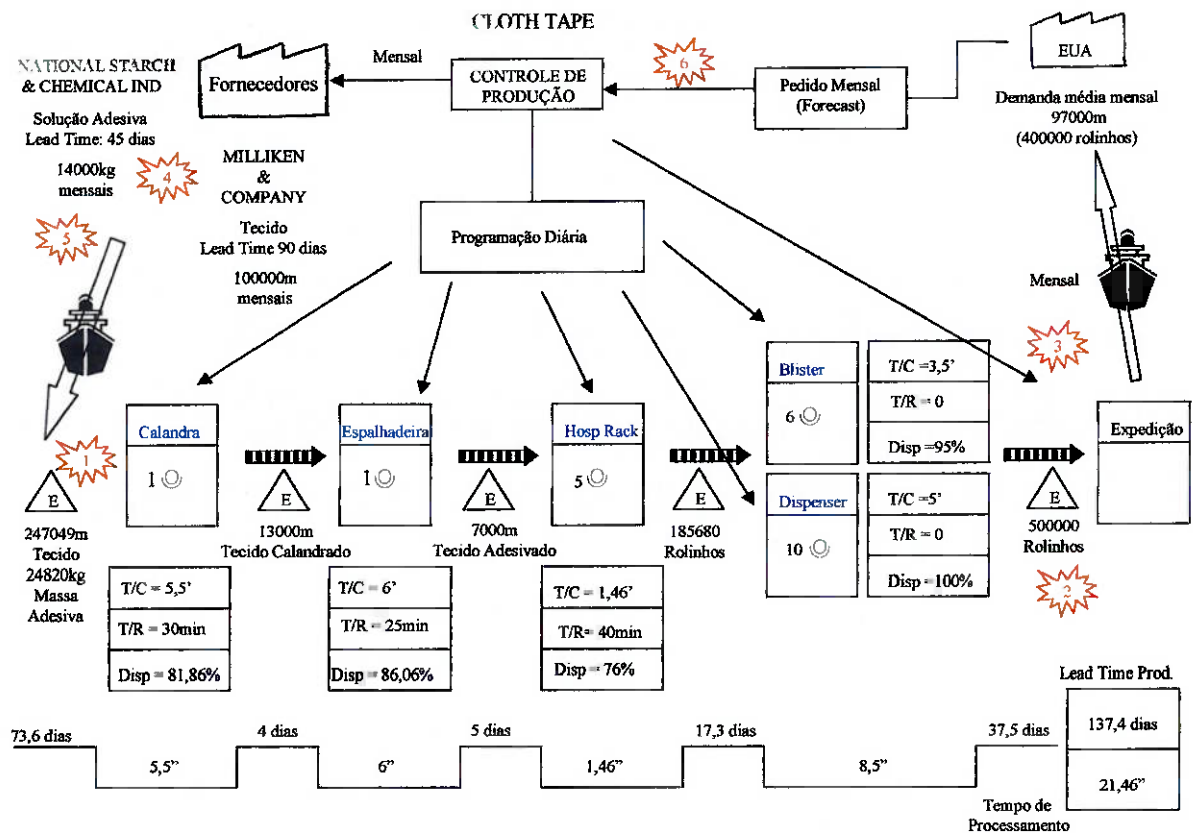


Figura 13 - Fornecedores e Programação

Os dados de fornecedores como o Lead Time e o valor das entregas médias mensais são inseridos ao desenho. Os tipos de entrega (via navio) também são descritos. No caso, o transporte via navio é utilizado. A programação da linha de produção é feita semanalmente e por cada unidade de produção, sendo esse dado incluído na etapa. O passo seguinte do mapeamento consiste em calcular o tempo agregado em cada estoque intermediário e calcular o Lead Time do processo. Os pontos de melhoria iniciais de processo (Kaizens) também são listados e servem como base para o desenho do mapa de valor futuro. A Figura 14 ilustra esse processo.



Kaizen 1: Inserção de Supermercado; Kaizen 2, Inserção de Supermercado; Kaizen 3: Redução do Número de Embarques; Kaizen 4: Redução do Lead Time (Negociação); Kaizen 5: Redução do Lote e Frequência de Entrega; Kaizen 6: Implementação da Programação por IRL.

Figura 14 - Mapa de Fluxo de Valor Atual

Os valores de estoques intermediários são transformados em tempo, através da divisão do valor do inventário pela capacidade de processamento do produto. Por exemplo: O inventário inicial de tecido de 247049m tem uma capacidade de processamento de 100700m no conjunto de máquinas Hospital Rack e Calandra. Efetuando a divisão dos valores, obtém-se o valor de 73,6 dias de estoque de tecido. O mesmo cálculo pode ser efetuado para a solução adesiva, obtendo-se o valor de 51 dias de inventário para o componente. Para a análise do Lead Time global, deve-se considerar o maior tempo de estoque de produtos localizados em uma mesma linha de análise.

O tempo de 17,3 dias foi calculado em função da capacidade de produção mensal da linha de acondicionamento. Essa linha tem a capacidade de acondicionamento de

aproximadamente 320000 rolinhos por mês, o que pela mesma linha de raciocínio anterior atribui um valor de 17,3 dias para o estoque.

O valor em tempo do estoque para o produto final foi calculado em função da demanda do cliente de 400000 rolinhos de esparadrapo por mês.

O resultado da soma total dos tempos indicou um Lead Time total do processo de 137,4 dias e um tempo de processamento do produto é de 21,46 segundos.

Um fato interessante que pode ser observado é o alto valor do inventário de tecido e solução adesiva em função do Lead Time total. O estoque de produtos acabados também apresentou um alto índice em comparação com o Lead Time total do produto.

Os inventários iniciais de matéria prima são pontos potenciais de aplicação de Lean e inserção de supermercados com estoques controlados para a redução dos altos níveis observados.

O desenho de mapa atual inclui também a identificação de Kaizens, ou seja, pontos de melhorias a serem realizados na linha.

Os Kaizens listados indicam respectivamente:

- 1 e 2 – Inserção de supermercado
- 3 – Redução do número de embarques
- 4 – Redução do lead time do fornecedor (negociação com o fornecedor)
- 5 – Redução do lote e frequência de entrega
- 6 – Implementação da programação por IRL

Um fator importante para a análise de acúmulo de estoques é o takt time, que é a razão entre o tempo gasto de trabalho disponível e a demanda média do cliente.

Para o problema tem-se durante um mês:

Tempo disponível = 1512000 s

Demanda média = 64600 m²

Portanto: Takt Time = 23,41 s. Isto significa que a cada 23,41s o cliente requisita 1 m² de produto. Como a cada 21,46 s, 1 m² de produto está sendo produzido e a cada 23,41s o cliente compra 1 m² de produto, o estoque no depósito da fábrica só tende a aumentar. Portanto uma das medidas da implementação é igualar o tempo de processamento ao takt time do cliente.

11.3 Mapa de Fluxo de Valor Futuro

Para o estado futuro procura-se instituir todas as melhorias observadas pelos Kaizens listadas no mapa atual.

As posições a serem melhoradas terão valores estimados nesse primeiro esboço, os valores de níveis de inventários reais serão posteriormente calculados baseados em métodos estatísticos.

A Figura 15 ilustra o fluxo de valor futuro para a linha de Tapes.

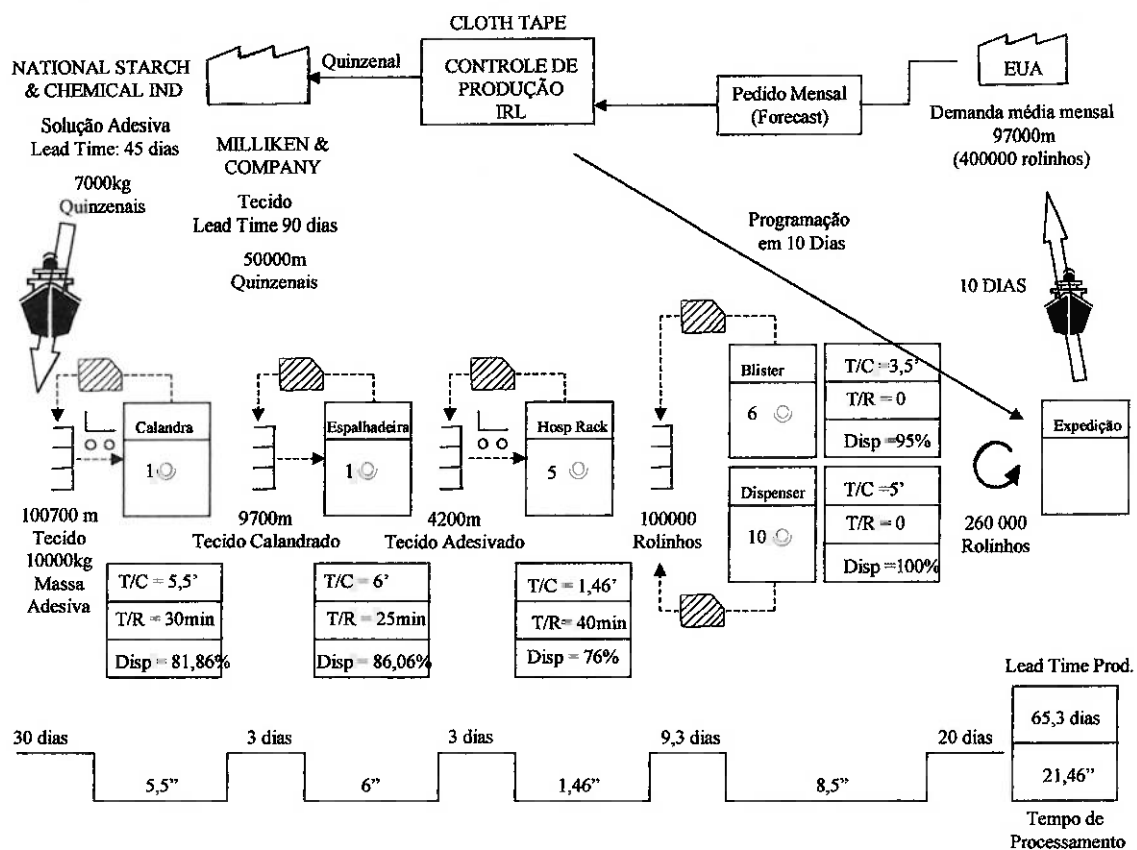


Figura 15 - Mapa de Fluxo de Valor Futuro

Os altos valores de estoques de matérias primas no início do processo a partir de agora serão controlados por supermercados com níveis de inventário pré-determinados.

A reposição desses estoques funciona através da puxada de produção e retirada de produto final, sendo enviada uma ordem de produção à parte final da cadeia responsável por puxar toda a linha com fluxo de informação contrário ao fluxo de produção.

Os inventários WIP também passaram a ser controlados por supermercados e puxadas por cartões de produção Kanban.

O estoque de produto acabado de 260.000 é o responsável por puxar toda a linha produção, funcionando da seguinte maneira: O lote de envio a cada 10 dias é mandado ao cliente, abaixando o nível de estoque de 260.000 produtos acabados. Esse inventário é repostado por uma ordem de produção semelhante ao número de produtos enviados ao cliente, acionando assim a produção da linha de embalagem. A linha de embalagem aciona o inventário de semi-acabados, que ativa a produção da máquina Hospital Rack. A HR por consequência aciona a Espalhadeira, que aciona a Calandra. Esta última retira material do estoque de matéria prima, sendo então enviada uma ordem de pedido de compra para o cliente. O cliente então computa os pedidos de compra enviados e a cada 15 dias manda um lote de matéria prima para a fábrica.

A programação passa a ser feita pelo controle de reposição de inventário (IRL) ao contrário da programação por postos de trabalho já realizada anteriormente.

Com as modificações realizadas, reduz-se o lead time de 137,4 dias para 65,3 dias.

A frequência dos embarques para o cliente é reduzida para cada 10 dias afim de que o inventário de produtos acabados não adquirisse um valor muito grande no depósito e o abastecimento de matéria prima passa a ser quinzenal pelo mesmo motivo.

12 CÁLCULOS DE IRL (Inventory Replenishment Level)

Os níveis de inventário de matéria prima serão calculados com base na demanda variável do mercado. Para tal é preciso a definição de alguns conceitos como ritmo e tempo de ritmo.

Ritmo é a seqüência ótima dos produtos produzidos em um determinado centro de trabalho, minimizando o tempo de change over.

Tempo de ritmo (TR) é o tempo decorrido entre a produção de um determinado produto e a sua próxima produção.

O tempo de ritmo determinado para a produção de Cloth Tape é de 15 dias. Durante esses 15 dias, serão produzidos todos os produtos de ½, 1 e 2 polegadas. A seqüência de produção é indiferente da ordem, pois o tempo de change over da cortadeira Hospital Rack é o mesmo para todos os produtos, o que significa que a troca de produtos neste caso infere da seqüência. Portanto determina-se a seqüência de produção pode seguir a ordem crescente de largura: ½, 1 e 2 polegadas por simples convenção.

O índice de reposição de inventário é determinado através do cálculo estatístico de distribuição normal padronizada baseado na probabilidade de ocorrência de um intervalo.

Na distribuição normal padronizada o cálculo de um valor padronizado correspondente a um intervalo probabilístico pode ser obtido através da Equação 1.

$$z_0 = \frac{x_0 - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

Para o cálculo do valor de IRL inicial das matérias primas, a seguinte analogia de variáveis pode ser considerada:

x_0 = Valor de IRL

μ = Valor da demanda no tempo de ritmo

σ = σ (da demanda) + σ (do suprimento)

$z_0 = 2,054$, que é o valor correspondente a um intervalo de confiabilidade de 98%, razoável para o tipo de utilização.

Após a transformação, a Equação 1 se apresenta a seguinte forma:

$$IRL = FATOR_Z \cdot (\sigma_demanda + \sigma_suprimento) + Demanda_no_TR \quad (2)$$

A substituição dos valores apresenta a seguinte forma:

Para o tecido:

$$IRL = 2,054 \cdot (9590 + 67412) + 32300 \quad (3)$$

Para a solução adesiva:

$$IRL = 2,054 \cdot (1391 + 2828) + 4684 \quad (4)$$

Os cálculos do nível de IRL para o tecido e para a solução adesiva podem ser calculados pela Tabela 4.

Tabela 4 - Cálculo de IRL

Cálculo de IRL		
	Tafetá (m ²)	Resina (kg)
Tempo de Ritmo (Semanas)	2	2
Demanda Média em 15 Dias	32.300	4.684
Desvio da Demanda em 15 dias	9.590	1.391
Desvio do Suprimento em 15 dias	67.412	2.828
Fator Z	2,054	2,054
IRL	190.462	13.348

Através dos cálculos realizados em planilha de Excel utilizando a Equação 2, foram obtidos os valores de nível de IRL de 190.462 m² para o tecido e de 13.348 kg para a solução adesiva.

13 CÁLCULO DE KANBAN

O cálculo de Kanban se constituirá na determinação do tamanho do lote total de puxada de produção de cada supermercado específico em função do tempo de ritmo escolhido para todo o processo.

- Tempo de ritmo: 15 dias
- Produção Média Quinzenal: 32300 m²
- Valor de IRL de Tecido (matéria prima): 190.400 m²
- Estimativa de Supermercado Calandra: 10.000 m²
- Estimativa de Supermercado Espalhadeira: 10.000 m²
- Supermercado Hospital Rack: 100.000 rolinhos
- Supermercado Depósito: 260.000 rolinhos

Os dados dos supermercados intermediários foram mantidos conforme o mapa futuro, com base no conhecimento histórico de dados de inventários intermediários (work in process). Após a implementação completa de Lean, estes números deverão tender ao menor valor possível.

O cálculo do cartão de Kanban e puxada de produção deverá ser feito de acordo com o valor do supermercado sobre a qual o cartão está atuando, sendo um múltiplo do número total representado pelo supermercado.

O ponto principal da cadeia é o estoque para envio, pois ele será o responsável por puxar toda a produção da cadeia. O cálculo do material enviado vai se basear na porcentagem de produtos produzidos em seus respectivos tamanhos. Os produtos seguem a performance histórica representada pela Tabela 5.

Tabela 5 - Porcentagem de Produção

Largura do Produto	Porcentagem de Produção
1/2"	15%
1"	65%
2"	20%

Portanto todo o volume de produto acabado retirado do estoque deverá seguir a proporção listada acima de corte realizada pela máquina Hospital Rack.

Para a Espalhadeira e Calandra com um valor de supermercado de 10.000 m² estima-se para um denominador de puxada de produção o valor de 2.500 m², razoável com os utilizados e susceptíveis à menor influência do tempo de change over da máquina. Portanto o valor 2.500 m² será usado para cada cartão Kanban, convencionando a distribuição de cores como: 2 verdes, 1 amarelo, 1 vermelho, seguindo a “puxada” proveniente da linha de embalagem.

O depósito de matéria prima trabalha com reposição de nível de inventário, enviando ao cliente os dados referentes à baixas quinzenais. Este envia o material referente a esses pedidos. Não sendo necessária neste caso a implementação de cartões Kanban no início da linha.

14 IMPLEMENTAÇÃO

A implementação inicial ocorrerá através da inserção de pedidos de compras mensais calculados em função da produção e da perda média mensal. Estes pedidos de compra serão efetivamente menores do que a demanda mensal, fazendo com que o inventário inicial do tecido e da resina diminua até ser atingido o valor previsto pela IRL.

Os dados de estoques reais foram coletados a partir do mês de outubro. A partir daí, será feita uma estimativa do nível de estoque considerando a demanda e uma perda média mensal calculada a partir de dados históricos. O valor médio encontrado para essa perda foi de 15000 metros de tecido por mês, sendo esse dado fundamentado em perdas compulsórias de processos produtivos e perdas por recusa de lote da área de qualidade ou mesmo por imperfeições encontradas no material.

A primeira análise feita foi a do tecido de tafetá. A redução de inventário começará efetivamente a partir do mês de fevereiro, devido ao Lead Time do produto de 90 dias. Portanto será feito no mês de novembro o pedido de redução do lote de compra recebido no mês de fevereiro. Pedidos de compra de 100000 metros foram já feitos para os meses de setembro de 2004 a janeiro de 2005.

A Tabela 6 mostra o cálculo do estoque para o tecido tafetá, considerando a modificação dos pedidos de compra para ajuste de inventário.

Tabela 6 - Pedidos de Compra do Tecido

Mês	Compra (m ²)	Demanda (m ²)	Estoque (m ²)	Estimativa de Perda (m ²)
ago/04	112.745	68.632	257.265	
set/04	100.000	58.640	299.397	
out/04	100.000	61.835	273.682	
nov/04	100.000	81.736	276.946	15.000
dez/04	100.000	102.162	259.784	15.000
jan/05	80.000	79.738	245.046	15.000
fev/05	80.000	90.794	219.252	15.000
mar/05	80.000	66.634	217.618	15.000
abr/05	70.000	76.773	195.845	15.000
mai/05	65.000	55.610	190.235	15.000

Pode-se observar que o nível calculado de IRL será atingido no mês de maio de 2005. Após esse período, a linha pode passar a utilizar a programação por IRL para a compra da matéria prima, fazendo com que os estoques reduzidos do material sejam mantidos. O mesmo raciocínio da inserção de pedidos de compras limitados pode ser usado para a solução adesiva. A perda calculada para o processo é baseada em dados históricos e tem o valor de perda estimado em 1500 kg.

A Tabela 7 mostra o cálculo do estoque para a solução adesiva, considerando a modificação dos pedidos de compra para ajuste de inventário.

Tabela 7 - Pedidos de Compra da Solução Adesiva

Mês	Compra (m ²)	Demanda (m ²)	Estoque (m ²)	Estimativa de Perda (m ²)
ago/04	9.979	9.952	24.152	
set/04	0	8.503	15.542	
out/04	16.980	8.966	23.556	
nov/04	14.000	11.852	24.204	1.500
dez/04	12.000	14.813	19.890	1.500
jan/05	12.000	11.562	18.828	1.500
fev/05	11.000	13.165	15.163	1.500
mar/05	11.000	9.662	15.001	1.500
abr/05	10.500	11.132	12.869	1.500
mai/05	10.000	8.063	13.306	1.500

Observa-se também o ajuste de inventário será concretizado no mês de maio de 2005. Após esse período, a linha pode passar a utilizar a programação por IRL para a compra da matéria prima, fazendo com que os estoques reduzidos do material sejam mantidos.

15 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS E ANÁLISE FINANCEIRA

A economia do projeto pode ser a princípio mensurada pela redução de inventário da resina e do tecido.

O preço pago pela Johnson & Johnson por cada unidade dos componentes é representado na Tabela 8:

Tabela 8 - Preço por Unidade dos Componentes

	Custo em Reais	Custo em Dólares	
Tecido Tafetá	2,94	1	metros
Resina Duro Tack	13,02	4,44	kg

Fazendo uma análise das reduções de inventário e computando o custo incluído no processo, obtém-se a Tabela 9:

Tabela 9 - Economia do Projeto

	Custo (R\$)	inventário Inicial	inventário Após Implementação	Economia (R\$)
Tecido Tafetá (m ²)	2,94	247049	190462	166366
Resina Duro Tack (kg)	13,02	24820	13348	149365
				315731

Observa-se que a redução do inventário do estoque inicial dos dois principais produtos da linha resultou numa economia de aproximadamente 315.000 R\$, perdidos pela estocagem das matérias primas.

16 SUGESTÕES FUTURAS

O projeto desenvolvido teve como foco o mapeamento da linha de produção, modificação dos parâmetros de estoque e implementação inicial do projeto através do lançamento de pedidos de compras parametrizados afim de que o nível de IRL fosse estabelecido.

Um grande período de tempo deve ser destinado para a implementação completa do projeto, já que esta depende de modificações de leiaute de fábrica, mudanças em máquinas e alteração de prazos frente a fornecedores.

Neste item serão listadas algumas sugestões a serem realizadas no futuro para que o projeto Lean seja totalmente implementado.

Redução do Lead Time dos Fornecedores:

A redução do Lead time dos fornecedores faz com que as entregas dos pedidos sejam mais rápidas, reduzindo o nível de IRL a partir do aumento da confiabilidade da relação cliente e consumidor. O trabalho de redução do Lead Time junto aos fornecedores deve ser feito a partir de negociação da redução do prazo de entrega. Aspectos contratuais devem ser checados e burocracias alfandegárias devem ser revisadas para o processo ocorra dentro da legalidade.

Programação por IRL:

A programação deverá ser feita totalmente por IRL, não existindo mais a programação individual por unidade de produção. Essa medida facilita o trabalho do planejador de produção na programação da linha, e facilita o trabalho dos operadores por facilitar o fluxo de informação.

Igualar o Takt Time com o tempo de produção:

O takt time representa o intervalo de tempo sobre o qual o cliente compra uma unidade do produto. Se o takt time do cliente é menor do que o tempo de produção, significa que estoques são criados, pois a entrada de produto é maior do que a saída. Se o takt time do

cliente é maior do que o tempo de produção, significa que o cliente não está sendo atendido 100% do tempo. Se os dois valores são iguais, não há criação de estoques e nem falha de abastecimento do cliente.

Para o trabalho desenvolvido, o takt time é de 23,41s e o tempo de processamento é de 21,46s, fazendo com que o valor dos estoques intermediários aumente. A medida corretiva mais fácil para o exemplo é o aumento do tempo de produção de alguma unidade de trabalho afim de que o valor final se aproxime do takt time.

Reduzir o valor dos supermercados intermediários:

Os valores dos supermercados intermediários não foram objetos de análise estatística e cálculo de IRL na primeira iteração do projeto. Recomenda-se após um certo período de implementação e estabilização da linha de produção, o cálculo refinado dos valores intermediários de supermercados de bobinas e rolinhos.

Atingir o modelo make to order:

A tendência de implementação da cadeia Lean é o aprimoramento do modelo de produção tendendo à produção make to order puxada, que produz somente o que o cliente deseja. Esse modelo reduz drasticamente o nível de inventários WIP, trabalhando em alto grau de implementação Lean com os fornecedores de matéria prima.

17 CONCLUSÃO

Originado pela necessidade de um melhor conhecimento da cadeia de produção, modernização dos processos produtivos, redução de tempo de entrega e uma aumento da confiabilidade no cliente, o trabalho de formatura presente reúne dados para o projeto de uma cadeia de suprimentos baseada nas teorias do Lean Thinking, criadas originalmente por Taiichi Ohno na linha de produção da Toyota em meados do século passada.

O trabalho é estruturado de modo que todos os elementos para um projeto Lean sejam desenvolvidos e aplicados no exemplo prático do setor empresarial, mais precisamente o setor de Tapes da Johnson & Johnson Ind. localizado em São José dos Campos.

A introdução dos conceitos históricos e desenvolvimento das teorias referentes ao pensamento enxuto foi feita na parte inicial do trabalho, de modo que o todo o processo de implementação Lean e seus termos técnicos ficassem claros para o leitor.

Os problemas encontrados na linha de Tapes foram identificados e pôde-se concluir que eles iam de encontro ao proposto pelos preceitos da produção enxuta, o que permite uma escolha certa da utilização Lean e suas teorias de mapeamento da linha e redução de perdas de produção. Os principais problemas encontrados na linha de Tapes foram a produção em sistema empurrado voltado para um forecast fornecido pelos Estados Unidos. Os inventários iniciais não apresentavam ponto de controle, fazendo com que muito material ficasse acumulado na forma de estoque. O cliente não era preconizado e não tinha como garantia a entrega do produto no prazo certo.

O projeto começa com a identificação da linha para a implementação da melhoria. No caso, o produto escolhido foi o Cloth Tape, constituído por um esparadrapo de tecido adesivado e siliconado, embalado na forma de blister e dispenser. A linha de Cloth representa o maior volume do setor, sendo o local mais indicado para a implementação do projeto.

A seqüência de máquinas é estudada de modo que se obtenha dados reais de tempo de ciclo, rendimento e capacidade produtiva. Essa etapa é fundamental para o desenho da cadeia e entendimento da seqüência de produção.

A etapa seguinte do trabalho constituiu na análise de demanda feita pelo cliente, pedido de compra de matérias primas e o valor de nível de estoque. Essa análise permite compreender a variação mensal dos quesitos e a relação entre eles. Os dados de níveis de estoque permitem observar que não há sequer um controle desse parâmetro, causando na maioria das vezes um alto valor de perdas por armazenagem.

O desenho do mapa de fluxo de valor atual retrata a situação encontrada da linha de produção no início do projeto. No caso, a linha apresentou mais de 73 dias de inventário de matéria prima acumulada no início da linha, um valor extremamente alto em comparação aos outros encontrados no restante do processo. O mapa de fluxo de valor futuro representa uma situação ideal com as devidas melhorias de pontos salientados pelos Kaizens. Conforme salientados pelo texto, os valores do mapa futuro são estimados, deixando para o cálculo estatístico de IRL a obtenção do valor correto.

Os novos níveis de inventários permitiram a redução de mais de 165.000 R\$ perdidos por estocagem de tecido e quase 150.000 R\$ perdidos por estocagem de solução adesiva, totalizando numa economia do projeto de mais de 315.000 R\$ apenas com a redução de inventário de matéria prima.

Em um projeto Lean estão envolvidas além das modificações iniciais de valores de inventários e pedidos de compra de matéria prima salientas por este trabalho, modificações de estrutura fabril, parâmetros de máquinas e contrato com fornecedores que demandam um certo tempo para a implementação devido à sua complexidade e exigência. Por esse motivo, foi adicionado ao trabalho o item de sugestões futuras com o intuito de sugerir as melhorias futuras para que linha de produção funcione cada vez mais dentro dos parâmetros da produção enxuta.

18 BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

WOMACK, JAMES P. **A máquina que mudou o mundo**. 4. ed. Rio de Janeiro : Campus, 1992. 347 p.

ANDRADE, MÁRIO DE OLIVEIRA. **Representação e análise de cadeias de suprimentos: uma proposta baseada no mapeamento do fluxo de valor**. 2002. 115 p. Dissertação (Mestrado). EESC – Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos, 2002

NAZARENO, RICARDO RENOVATO. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta**. 2003. 154p. Dissertação (Mestrado). EESC – Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos, 2003

NETO, PEDRO LUIZ DE OLIVEIRA COSTA. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 262 p.

ORGANIZAÇÃO LEAN BRASIL. **Apresenta informações sobre o Lean Thinking e links sobre o assunto**. Disponível em: < <http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 4 de abr. 2004.

ROTHER, MIKE e SHOOK, JOHN. **Aprendendo a enxergar**. Baseado na edição 1.2 São Paulo: The Lean Enterprise Institute 1999. 100 p.

JOHNSON & JOHNSON IND. **Projetando sua cadeia de suprimentos Lean**. Trabalho apresentado ao treinamento de Lean da Johnson & Johnson Ind, 2003. Não publicado.