

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES**

**VITÓRIO FERNANDO BARTOLI**

**VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE ESTOQUE DESCENTRALIZADO  
POR MEIO DA MANUFATURA ENXUTA**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES**

**VITÓRIO FERNANDO BARTOLI**

**VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE ESTOQUE DESCENTRALIZADO  
POR MEIO DE MANUFATURA ENXUTA**

Orientador: Prof Vicente Marcio Cornago Junior

Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Logística, apresentado à Faculdade de Tecnologia de Botucatu, para obtenção do título de Tecnólogo em Logística.

Botucatu-SP  
Dezembro – 2011

Aos meus pais Antonio Bartoli (*in memoriam*) e Neila Bartoli a minha esposa Priscila e a minha filha Vitória, por estarem sempre ao meu lado me acompanhando e me apoiando nas decisões e na realização deste sonho na minha vida.

## AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus o meu eterno e supremo Senhor, por me dar o mais importante para a realização desse sonho, a vida, e por também me dar determinação, perseverança, calma, sabedoria e força de vontade para concretizar mais uma etapa na minha vida.

Aos meus pais, pelos ensinamentos, honestidade e por me mostrar o caminho certo a seguir.

Aos meus irmãos Edson, Antônio Carlos e Marcos, pela amizade e pela compreensão nos momentos difíceis.

À minha esposa Priscila pelo amor, pelo carinho e dedicação que teve comigo ao longo desses anos.

À minha filha Vitória que mesmo por ser ainda muito pequena, sentiu os momentos de minha ausência.

Aos meus amigos e colegas de faculdade que tiveram comigo durante essa trajetória, em especial ao Stein, Cassiano, Luiz Manoel, Luizinho, Leandro, pelo companheirismo e cumplicidade, e aos demais que também fizeram parte desta trajetória.

Agradeço também aos amigos – irmãos, Claudião, Sergio, Sono, Samuel, Piquira, e suas esposas que participam do grupo de amigos e aceitaram as mudanças ocorridas no dia do nosso evento.

À cada professor e professora, que passou durante esses três anos, obrigado pelo conhecimento e pela sabedoria que me transmitiram.

Ao meu professor e orientador Vicente Cornago, por ter me transmitido um pouco do seu conhecimento, pela paciência e disposição em me ajudar a conseguir dar mais esse importante passo na minha vida.

Agradeço também aos amigos e colaboradores deste projeto, Bruno Maziero, Gabriel Zen, Renan Leandro, Márcio Gomes e Rosemeire Satim, que fizeram parte do projeto de pesquisa na empresa.

*“Algumas pessoas querem que algo aconteça,  
outras desejam que aconteça,  
outras fazem acontecer.”*

*Michael Jordan*

## RESUMO

A competitividade que atualmente as indústrias encontram-se exige que se adote novas estratégias na logística de abastecimento da produção. Conceitos referentes a estoques, separação de pedidos e transporte interno, são responsáveis pelo diferencial competitivo do mercado e precisam ser adequados de forma a obter vantagens frente aos seus concorrentes. O presente trabalho tem por finalidade abordar o processo de armazenagem, abastecimento e transporte interno de um almoxarifado descentralizado, implantando um modelo enxuto de movimentação de materiais. Um estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa aeronáutica, na fase de implantação de um LID (Logística Interna de Distribuição) dedicado ao abastecimento de uma determinada montagem de um avião. O estudo focará a criação de uma nova forma de abastecimento da produção, com um espaço dedicado ao estoque de peças próximo a sua montagem, este estudo estava inserido num projeto corporativo de implantação da produção enxuta, iniciado em 2011.

**PALAVRAS-CHAVE:** Descentralização de estoques. Fluxo contínuo. Manufatura enxuta.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Jit e Jidoka Como Pilares de Sustentação.....	14
Figura 2 – Escopo Logístico.....	18
Figura 3 – Mapa de Fluxo de Valor.....	20
Figura 4 – Ícones do mapeamento do Fluxo de Valor.....	20
Figura 5 – Diferenças entre produção puxada e empurrada. ....	22
Figura 6 – Sistema de Kanban: produção puxada. ....	23
Figura 7 – Exemplo de Poka - Yoke.....	25
Figura 8 – Layout do almoxarifado central .....	31
Figura 9 – Quantidade de Part Numbers estocados no almoxarifado central .....	32
Figura 10 –Mapeamento de Fluxo de Estado Atual do almoxarifado central .....	33
Figura 11 – Dispositivos de Armazenamento.....	34
Figura 12 – Macro do Fluxo de valor de Abastecimento do almoxarifado central .....	35
Figura 13- Fluxo atual de informações do almoxarifado central .....	36
Figura 14 – Transporte no PDT .....	37
Figura 15 – Mapeamento do Fluxo de valor para identificar melhorias .....	38
Figura 16 – Flow Rack, Sequência de estocagem .....	39
Figura 17 – Dispositivos de Armazenagem.....	40
Figura 18 –Caixas Plásticas de KLT .....	41
Figura 19 –Dispositivos Flow- Rack e suas Dimensões.....	42
Figura 20 – Lay-out do LID .....	43
Figura 21 – Exemplos de Carro de Trilogic .....	44
Figura 22 – Bandeja de pagamento com espelho de peças.....	45
Figura 23 –Bandeja já pronta com as peças .....	46
Figura 24 – Macro Fluxo de Valor no LID .....	47
Figura 25 – Fluxo Futuro de Informações no LID .....	48
Figura 26- Esquema de Transporte de entrega .....	49
Figura 27 – Quantidade de PN's estocados no LID .....	53
Figura 28 – Mapeamento do Fluxo futuro no LID .....	54
Figura 29 – Comparativo dos Resultados do TC e LT .....	55
Figura 30 – Lay- out do mezanino do almoxarifado central .....	56
Figura 31 – Lay- out do Térreo do almoxarifado central .....	57

Figura 32 – Lay-out do LID, diagrama de espaguete .....	57
Figura 33 – Análise Comparativa da produtividade .....	60

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1	Análise do estoque de um PN estocado no almoxarifado central.....	58
Tabela 2	Análise do estoque de um PN estocado no LID.....	58
Tabela 3	Resultados Comparativos entre almoxarifado central e LID.....	59

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

FIFO-FIRST IN, FIRST OUT (primeiro que entra é o primeiro que sai)

KLT- Caixas Plásticas

LID- Logística Interna de Distribuição

LT-Lead Time

OP- Ordem de Produção

PDU- Ponto de uso

PDT- Posto de Transporte

PIPO- Planejamento Industrial de Plano de Produção

PN- Part Number

SAP- Sistema Aplicativo e Produto para processamento de Dados

TC- Tempo de Ciclo

WMS- Warehouse Management System (Sistema de Gerenciamento de Armazém)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 Objetivos.....	11
1.2 Justificativas.....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1 Manufatura Enxuta.....	13
2.2 Abastecimento.....	16
2.3 Armazenagem.....	17
2.4 Mapeamento do Fluxo de Valor.....	19
2.5 Sistema Puxado e Empurrado.....	21
2.6 Kanban.....	23
2.7 Poka- Yoke.....	25
2.8 Descentralização de Estoques.....	26
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
3.1 Material.....	29
3.2 Métodos.....	29
3.3 Estudo de Caso.....	30
3.3.1 Estágio Anterior à Implantação.....	30
3.3.3.1 Estágio de Mapeamento de Valor Atual.....	32
3.3.2 Estocagem.....	33
3.3.2.1 Abastecimento.....	34
3.3.2.2 Transporte.....	36
3.3.3 Identificando as Oportunidades.....	37
3.3.3.1 Novo LID.....	39
3.3.3.2 Implantação de um Sistema Enxuto de Abastecimento.....	43
<b>4 RESULTADO DE DEISSCUSSÃO.....</b>	<b>50</b>
4.1 Resultados Comparativos.....	53
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>62</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Cada elemento do sistema de movimentação de materiais adiciona tempo na execução do produto final, afetando a competitividade das empresas. O gerenciamento eficiente do processo de movimentação interna de material, com ênfase no fluxo de informações de materiais, permite o aumento do nível de serviço ao cliente, a diminuição dos custos da empresa, bem como a diminuição do investimento em estoque.

No depósito, o manuseio de materiais é uma atividade importante. Os produtos devem ser recebidos, movimentados, separados e agrupados de modo a atender às necessidades dos pedidos de clientes (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

Atualmente a empresa vem investindo pesado em toda sua cadeia logística. Diversos problemas são identificados no processo de armazenagem, separação de pedidos e abastecimento da produção por meio do transporte interno.

### **1.1 Objetivos**

O presente estudo tem como objetivo a descrição e a análise da implantação de um sistema enxuto de movimentação de materiais dentro da planta de uma empresa aeronáutica, a manufatura enxuta e seus desperdícios, o elemento logístico e os métodos para implantação.

E é neste contexto que se faz necessário o aperfeiçoamento dos conceitos e técnicas que assegurem a disponibilidade do produto certo, na quantidade especificada, na qualidade certa, ao preço correto, na hora programada, no lugar certo, sem avarias acompanhando da documentação correta e ao menor custo possível. Enfim, aquilo que dominamos atendimento perfeito (GASNIER, 2002).

## 1.2 Justificativa

Nas últimas duas décadas, sucesso de muitas empresas decorreu de motivos diretamente relacionados à gestão de estoques (MOURA, 1997).

A citada empresa está desenvolvendo um grande projeto logístico destinado a descentralização de estoque, devido à saturação de seu almoxarifado central. Inicialmente esse projeto irá atender um dos hangares da empresa, o qual irá receber um LID, para abastecimento da linha de produção.

Portanto é de suma importância identificar e remover as causas dos problemas encontrados no almoxarifado central (armazenagem, pagamento de peças e transporte de abastecimento), de modo que todo o processo seja transformado em um fluxo de materiais contínuo e eficiente.

Esta empresa precisa transformar todo o sistema de movimentação de materiais de modo que seja capaz de escoar para toda a produção todo o volume e com a velocidade exigida e, que ao mesmo tempo, adicione o menor custo possível essencial no contexto em que os concorrentes se encontram hoje.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Adota-se como ponto de partida, para o desenvolvimento deste trabalho, a interpretação dos princípios do “pensamento enxuto”, que implicam maior embasamento teórico, de modo a auxiliar o planejamento e execução das atividades referentes à implementação da Manufatura Enxuta.

### 2.1 Manufatura enxuta

Segundo Jeffrey e David (2007) ser “enxuto” virou um jargão empresarial. Um executivo de uma corporação, a ouvir falar do sucesso de seus concorrentes com um programa enxuto, poderia dizer para o subordinado: “temos que ser enxutos para sobreviver neste mercado competitivo. Façam um curso, consigam um certificado nesse tal de negocio enxuto e volte para por em pratica”. Se fosse tão fácil assim... O subordinado, quase sempre um administrador de nível médio ou engenheiro, faz o curso, começa a usar uma série de termos intrigantes, como *kanban*, *andon*, *jikoda*, *heijunka*, *takt-time*, *etc*, como observamos na Figura 1 baixo e volta saturado e sobrecarregado. “Por onde começo?”, ele pergunta. “Nossos processos não parecem com os exemplos dados em sala de aula”.

Figura 1- Just-in-time, Jidoka como pilares de sustentação, para as demais ferramentas.



Fonte: OHNO (2002).

Infelizmente, os processos são diferentes, e a simples aprendizagem de um modelo para abastecer um sistema *kanban* ou a construção de uma célula podem não se aplicar diretamente na sua operação. Provavelmente, uma ferramenta usada pela Toyota da forma que ela utiliza pode nem mesmo fazer sentido no ambiente da empresa (FRANCISCHINI; GURGEL, 2004).

A construção de um supermercado e uso de *kanban* pode não ser a solução, porém não deve desistir em primeiro momento. O ponto de partida na criação de um fluxo enxuto, para nós, é a descrição feita por Taiichi Ohno, em 1988, do que ele estava tendo realizar (tudo o que deve ser feito é olhar para linha do tempo desde o momento em que o cliente faz um pedido até o ponto que coleta-se o pagamento). (TAIICHI OHNO, 1988).

Os fundamentos do modelo Toyota baseiam-se nesta meta simples, embora ilusória, de identificar e eliminar as perdas em todas as atividades de trabalho. Na verdade, quando observamos um processo com a linha de tempo das atividades, material e fluxos de informação e o mapeamos do início ao fim, encontramos uma quantidade de perdas desanimadoras – geralmente muito mais perdas do que atividades com valor agregado. Mas ver as perdas não é a mesma coisa que eliminá-las. A remoção esporádica produzirá áreas de melhoria, mas o benefício por todo o sistema que a Toyota usufrui são alcançados seguindo-se um método cíclico de melhoria contínua (DIAS, 1993).

A chave para retirar as perdas da organização reside neste paradoxo: a fim de melhorar, a situação deve ficar pior. Não há maneira de se tornar realmente enxuto sem uma certa porção de desconforto. Infelizmente, não existe “pílula mágica” que produza o resultado desejado sem sacrifício. Como veremos posteriormente, quando unimos operações, como na criação de uma célula, quando um processo paralisa, o próximo fica paralisado também. A dor em qualquer parte imediatamente causa dor no restante do processo (DIAS, 1993).

Jeffrey e David (2007) mostram que o verdadeiro sucesso vem de um processo de melhoria para identificação das perdas – compreender a raiz do problema e colocar em prática as verdadeiras contramedidas para essa causa. Infelizmente, isso é muito mais difícil do que instalar um *software*. O sucesso absoluto depende de três coisas:

- Foco na compreensão dos conceitos que sustentam as filosofias do sistema enxuto, estratégias da implementação e uso eficaz de metodologias enxutas, em vez de foco na aplicação descuidada de ferramentas enxutas (*kanban*, 5S, etc.);
- Firme aceitação de todos os aspectos do processo enxuto, inclusive daqueles que produzem efeitos indesejáveis de curto prazo. Isso impede a “retirada” apenas dos elementos que não ultrapassam a zona de desconforto;
- Planos de implementação cuidadosamente concebidos que contenham as erradicações sistemáticas, cíclicas e continua das perdas.

Segundo Jeffrey e David (2007) a Toyota identificou os oito tipos principais de atividades sem valor agregado em processos empresariais ou de manufatura:

*1. Superprodução:* Produzir itens mais cedo ou em maiores quantidades do que o cliente necessita. Produzir antes ou mais que o necessário gera outras perdas, tais como custo com excesso de pessoal, armazenagem e transporte devido ao estoque excessivo. O estoque pode ser físico ou um conjunto de informações;

*2. Espera (tempo à disposição):* Trabalhadores meramente servindo como vigias de uma máquina automatizada ou tendo que ficar esperando pela próxima etapa do processamento ou próxima ferramenta, suprimento, peça, etc. ou, ainda, simplesmente não tendo trabalho por falta de estoque, atrasos de processamento, paralisação do equipamento e gargalos de capacidade;

*3. Transporte ou transferência:* Movimentação de trabalho em processo de um local para outro, mesmo se for em uma curta distância. Movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para estocá-los ou retirá-los do estoque ou entre processos;

*4. Superprocessamento ou processo incorreto:* Realização de atividades/tarefas desnecessárias para processar as peças. Processamento ineficiente devido à má qualidade de

ferramentas e do projeto do produto, causando deslocamentos desnecessários ou produzindo defeitos. A perda é gerada quando são ofertados produtos de maior qualidade do que o necessário. Às vezes, “trabalho” extra é realizado para preencher o excesso de tempo em vez de esperá-lo passar;

*5.Excesso de estoque:* Excesso de matéria-prima, estoque em processo ou produtos acabados, causando lead times mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos com transportes e armazenagem e atrasos. Além disso, o estoque extra oculta problemas, tais como desequilíbrio na produção, entregas com atraso por parte dos fornecedores, defeitos, paralisação de equipamentos e longos períodos de preparação de equipamentos (setup);

*6.Deslocamentos desnecessários:* qualquer movimento que os funcionários têm que fazer durante seu período de trabalho que não seja para agregar valor à peça, tais como localizar, procurar ou empilhar peças, ferramentas, etc. Além disso, caminhar também é perda;

*7.Defeitos:* Produção ou de correção de peças defeituosas. Concerto ou retrabalho, descarte, produção para substituição e inspeção significam desperdício de tempo, de manuseio e de esforço;

*8.Não-utilização da criatividade dos funcionários:* Perda de tempo, idéias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou não escutar seus funcionários.

## **2.2 Abastecimento**

Para Pozo (2007), o processo de abastecimento consiste em dois métodos conhecidos como veremos a seguir, bem como suas vantagens e desvantagens.

- *Separação Descontínua:*

Segundo Moura (1997) a separação descontínua (um só pedido) é conclusão de um único pedido à medida que o separador passa pelos pontos para montá-lo. Esse método exige uma passagem completa pela área de separação, para cada pedido.

A separação descontínua tem essas vantagens:

- Mantém a integridade do pedido;
- Simplifica os objetivos do separador por pedido;
- Evita a removimentação ou a reembalagem;
- Proporciona serviço rápido ao pedido do cliente;
- Permite a verificação direta dos erros e estabelece responsabilidade direta.

E quanto às desvantagens é possível analisar:

- Exige o percurso completo para a separação de todos os pedidos;
- Não permite a separação rápida de grandes quantidades de um determinado item;
- Exige um número mais elevado de pessoal da separação de pedidos.

- *Separação em Lotes:*

A separação em lotes (vários pedidos) é a seleção da quantidade total de cada item para um grupo de pedidos. Em uma área de acomodação, os lotes são reorganizados nas quantidades de cada pedido.

A separação em lotes tem essas vantagens:

- Reduz o percurso para separar as quantidades totais de um grupo de pedidos;
- Permite a separação em grande quantidade, reduzindo, assim, a necessidade do reabastecimento constante das linhas de separação;
- Propicia uma segunda verificação da quantidade separada, através da comparação do lote separado com as quantidades de cada pedido;

Nas desvantagens vemos:

- É necessário espaço para a operação de acumulação e montagem de pedidos. talvez seja necessário equipamento adicional;
- Os pedidos estão em processo até que o lote inteiro esteja completo;
- A contagem é feita duas vezes e as diferenças requerem tempo para ajuste.

### **2.3 Armazenagem**

O processo de armazenagem está se tornando verdadeiramente complexo, são necessários estudos nesse campo para aumentar a produtividade da superfície e do espaço e melhorar o aproveitamento do armazém (MOURA, 1997).

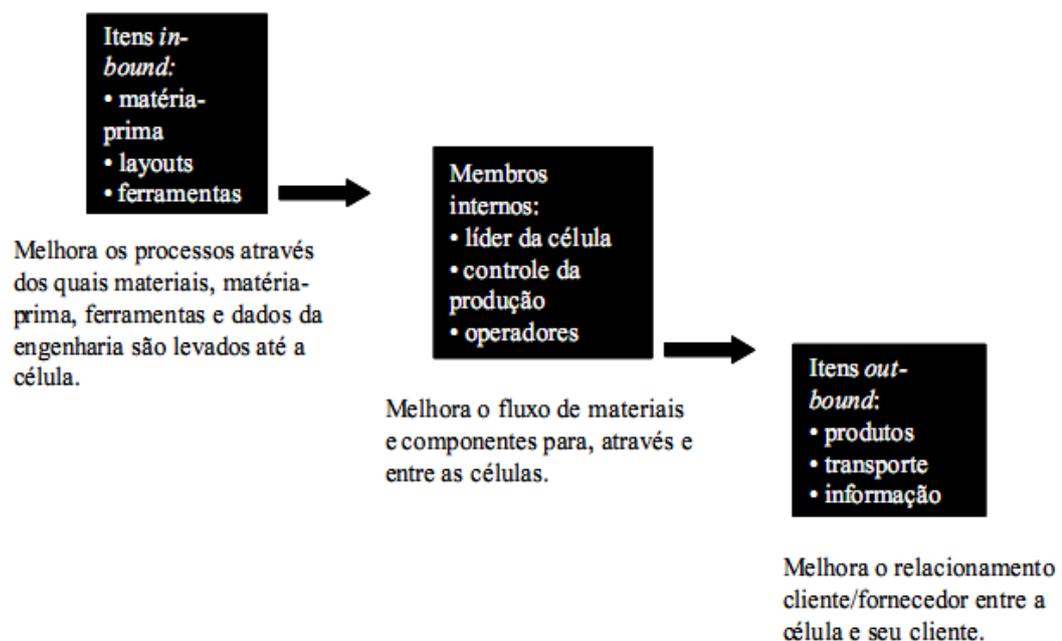
A produção enxuta é uma filosofia de produção em que se procura produzir mais com menos recursos, de forma ininterrupta e provendo aos clientes com exatamente o que eles precisam. O pensamento enxuto é comumente apresentado por seus princípios: valor, fluxo de valor, fluxo, puxar e perfeição; e categorias de desperdícios: perda por superprodução, perda por tempo de espera, perda por transporte, perda por processo, perda por estoque, perda por movimentação, perda por produtos defeituosos (WOMACK; JONES, 2004).

Procurando tratar mais especificamente o elemento logístico na manufatura enxuta, (FELD, 2000) descreve a manufatura enxuta como sendo composta por cinco elementos e destaca a necessária integração entre eles:

- *Fluxo de produção*: mudanças físicas e padrões de *layout* das células de trabalho;
- *Organização*: identificação das funções de cada pessoa, treinamentos sobre os novos padrões de trabalho e comunicação;
- *Controle de processos*: monitoramento, controle, estabilidade e motivação para melhorias dos processos;
- *Métricas*: gestão à vista, medidas de desempenho, metas, melhorias e recompensas para as equipes de trabalho;
- *Logística*: definições para operar regras e mecanismos para planejamento e controle do fluxo de materiais (FELD, 2000).

O último elemento que se refere às atividades operacionais requeridas para transferir trabalho para célula, pela célula e de uma célula para outra, são os aspectos internos (*in – bound*) e de planejamento e controle do fluxo de trabalho (*out – bound*). (FELD, 2000). O escopo do elemento logístico está ilustrado na Figura 2:

Figura 2 - Escopo logístico.



## 2.4 Mapeamento do fluxo de valor

Segundo Jeffrey e David (2007) o mapeamento do fluxo de valor é mais do que uma boa ferramenta para produzir quadros que destacam as perdas, pois ele ajuda a visualizar redes de processos e prover futuros fluxos de valor enxutos. Subjacente ao mapeamento do fluxo de valor está uma filosofia de como abordar as melhorias. A filosofia é a de que precisamos para acertar o fluxo de valor como um todo antes de nos aprofundarmos no reparo de processos individuais. O objetivo da melhoria de processos individuais é dar sustentação ao fluxo.

Os mapas também oferecem uma “linguagem comum” e possibilitam a compreensão de modo que todos tenham a mesma visão. Como um mapa de ruas, a ferramenta do mapeamento do fluxo de valor mostra o percurso, porém é somente um guia. Ele não detalha o que você encontrará ao longo do caminho, devendo ter um completo entendimento dos conceitos básicos e de como criar processos que se unam a eles. É nesse momento que se torna muito útil ter alguém que já tenha realizado o trajeto. Essa pessoa não só sabe para onde está indo, como também pode poupar várias horas que seriam desperdiçadas tomando-se o caminho errado (FRANCISCHINI; GURGEL, 2004).

Segundo Rother e Shook (1999), fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto manufaturado, desde que possua etapas de fabricação:

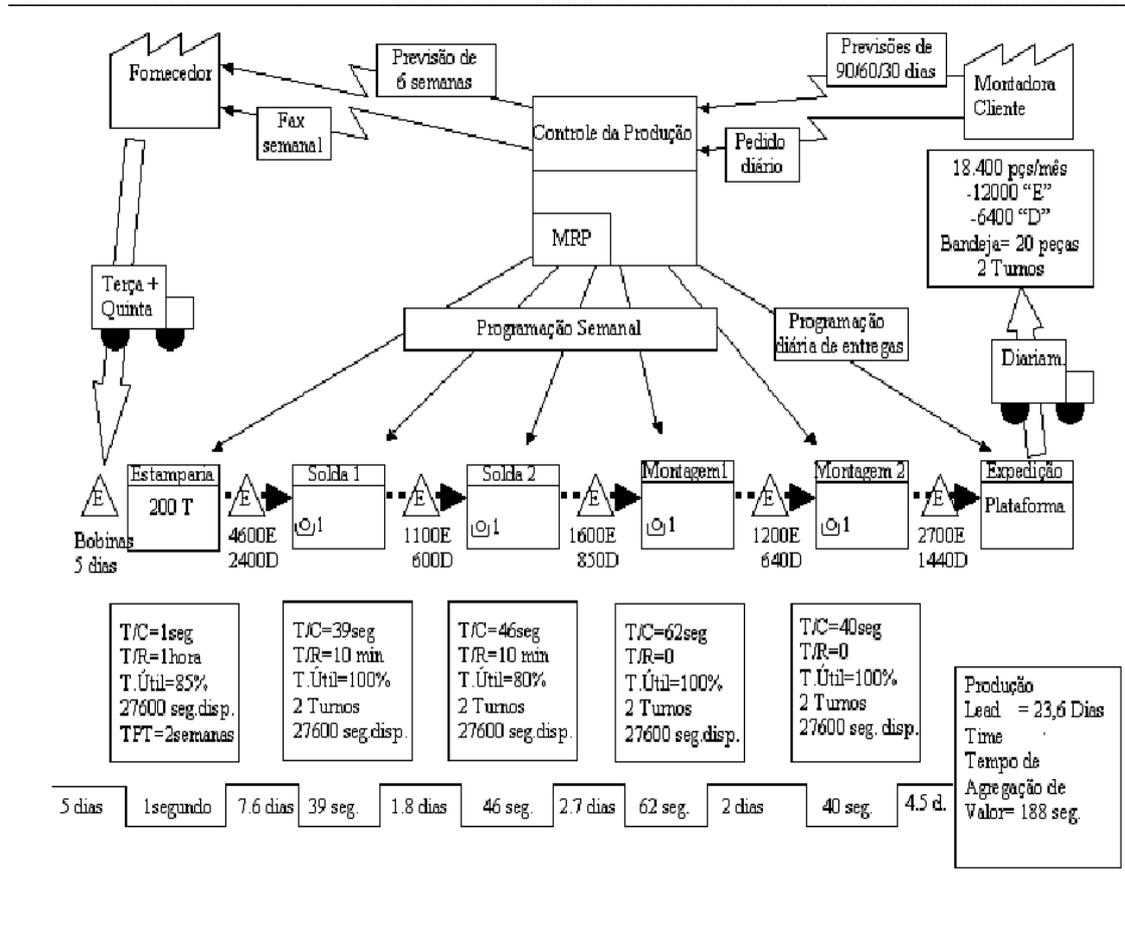
- 1) O fluxo de produção desde o recebimento da matéria-prima até o consumidor final;
- 2) O fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

Para a correta abordagem da técnica, o fluxo de produção deve ser coberto porta-a-porta dentro da planta, incluindo a entrega na planta do cliente e o recebimento dos insumos de matéria-prima. Considerando o fluxo de produção, o que normalmente vem à mente é o de material dentro da fábrica. Mas há outro fluxo – o de informação – que diz para cada processo o que fabricar ou fazer em seguida. Os fluxos de material e de informação devem ser mapeados juntos (ROTHER; SHOOK, 1999).

Nessa abordagem é traçada uma visão do estado atual e projetada uma idéia do estado futuro desejado. A partir daí, empregam-se várias ferramentas, que são aplicadas sobre produtos críticos levantados pelo mapeamento do fluxo de processo.

A Figura 3 mostra um exemplo de mapa de fluxo de valor.

Figura 3 - Mapa do Fluxo de Valor.



Fonte: Rother e Shook (1999).

A Figura 4 apresenta exemplos de alguns ícones utilizados para que haja entendimento dos mapas:

Figura 4 - Ícones do mapeamento do fluxo de valor.



Fonte: Rother e Shook (1999).

## 2.5 Sistema puxado e empurrado

Jeffrey e David (2007) mostram que o termo “sistema puxado” com frequência é utilizado de forma intercambiável com “fluxo”. Deve-se compreender que, com o fluxo, o sistema puxado é um conceito e os dois estão conectados, mas não são a mesma coisa. O sistema puxado indica quando o material é movimentado e quem (o cliente) determina esse movimento.

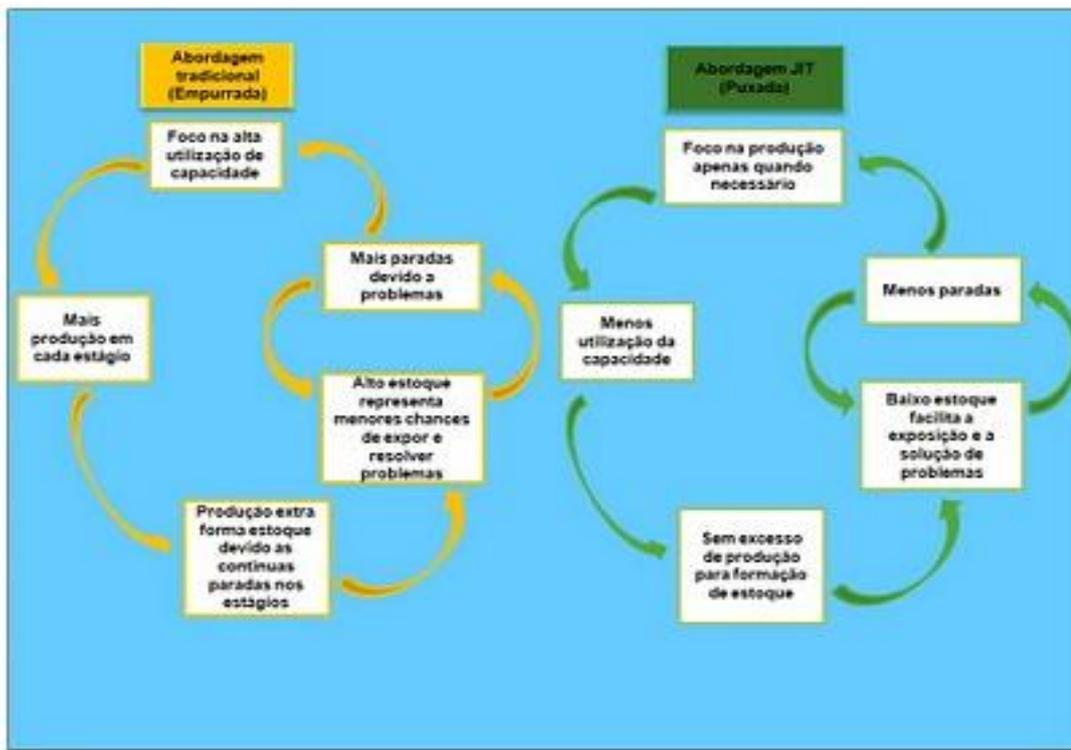
Muitas pessoas ficam confusas quanto à diferença entre o método “puxado” e o método “empurrado”. Algumas erroneamente pensam que estão “puxando” porque o material continua a se movimentar ou fluir. É possível fluir sem ter sistema puxado, conforme vemos na Figura 5 abaixo. Há três elementos básicos do sistema puxado que o distingue do sistema empurrado:

*1. Definido.* Um acordo definido com limites especificados quanto ao volume de produto, *mix* de modelos e seqüência do *mix* entre as duas partes (fornecedor e cliente).

*2. Dedicado.* Itens que são compartilhados entre as duas partes devem ser dedicados a elas. Isso inclui recursos, locais, armazenagem, recipientes, etc., bem como um tempo de referência comum (*takt-time*).

*3. Controlado.* Método simples de controle que são visualmente aparentes e fisicamente restritivos mantém o acordo definido (BALLOU, 2001).

Figura 5 - Diferença entre produção puxada e produção empurrada.



Fonte: OHNO, 1998.

Segundo Francischini e Gurgel (2004) em um sistema empurrado, não há nenhum acordo definido entre o fornecedor e o cliente em relação à quantidade de trabalho a ser fornecida e quando. O fornecedor trabalha em seu próprio ritmo e finaliza o trabalho de acordo com sua própria programação. Esse material é então entregue ao cliente, tenha este requisitado ou não. As localizações não são definidas e exclusivas, e o material é colocado onde há espaço. Como não há nenhuma definição ou exclusividade, também não há uma maneira clara de compreender o que controlar e como controlá-lo. Evidentemente, existe algum controle através de expedição, mudança de programação e deslocamento de pessoas, mas isso somente leva a perda e variações adicionais. Poderia ser argumentado que o consenso é definido com base a programação. Todos os processos estão funcionando conforme a “mesma” programação. De fato, eles podem estar na mesma programação, mas não estão concatenados (POZO, 2007).

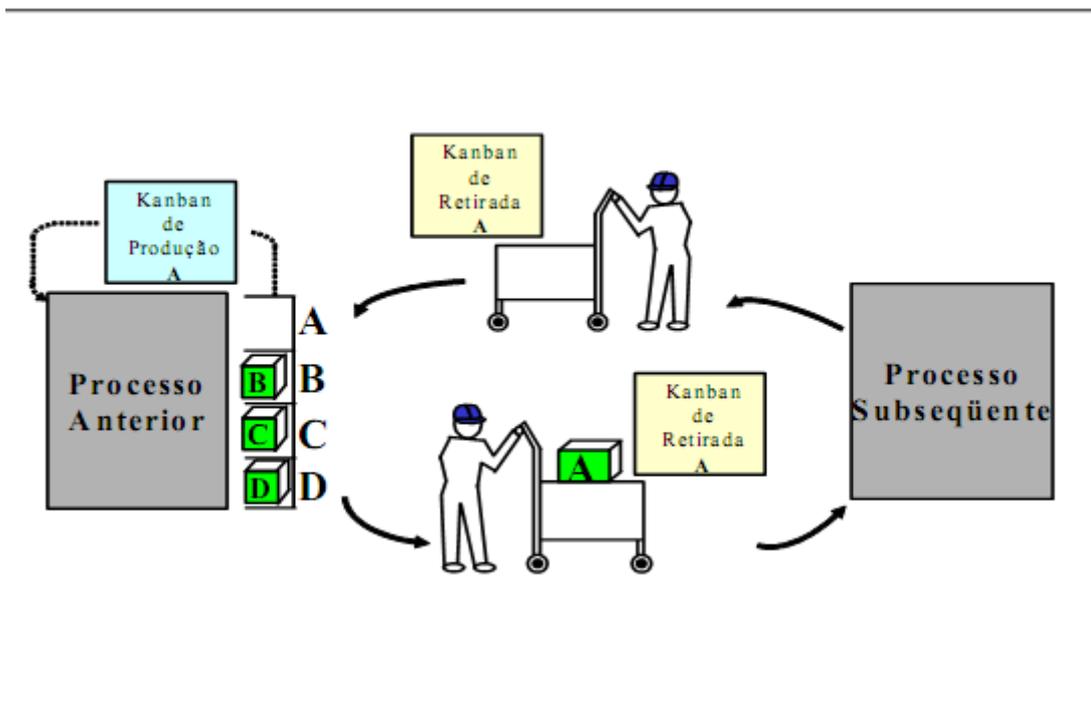
Um “sistema puxado” é uma agregação de diversos elementos que sustentam o processo de puxar. O “quadro” *kanban* é uma das ferramentas utilizadas como parte de um sistema puxado. O *kanban* é simplesmente o método de comunicação e pode ser um cartão, um espaço vazio, um carro ou qualquer outro método de sinalização para o cliente dizer

“estou pronto para mais”. Há, ainda, muitos outros elementos, incluindo o controle visual e o trabalho padronizado. Se os três elementos do sistema puxado são adequadamente instalados, forma-se uma “conexão” entre os processos do fornecedor e do cliente. Os três elementos ditam os parâmetros da conexão e sua força e “firmeza” relativa. (DIAS, 1993).

## 2.6 Kanban

Existem diversos tipos de sistema *kanban*; o sistema representado na Figura 6 é o sistema de dois cartões.

Figura 6 - Sistema *Kanban*: produção puxada.



Fonte: Guinato (2000).

Por meio do sistema *kanban*, o processo subseqüente (cliente) vai até o supermercado (estoque) do processo anterior (fornecedor), de posse do *kanban* de retirada, o que lhe permite retirar desse estoque exatamente a quantidade do produto necessária para satisfazer as suas necessidades.

Segundo Pozo (2007) por meio do sistema *kanban*, o processo subseqüente (cliente) vai até o supermercado (estoque) do processo anterior (fornecedor), de posse do *Kanban* de

retirada, o que lhe permite retirar desse estoque exatamente a quantidade do produto necessária para satisfazer a suas necessidades.

O Kanban de retirada, então, retorna ao processo subsequente, acompanhando o lote de material retirado. No momento da retirada do material pelo processo subsequente, o processo anterior recebe o sinal para iniciar a produção desse item por meio do Kanban de produção, que estava anexado ao lote retirado.

O sistema de controle da produção pelo sistema Kanban deve funcionar, por meio dos diversos centros produtivos da empresa, como se fosse uma corrente contínua fechada. O resultado será que todos os centros de fabricação do sistema produtivo receberão, no momento exato, os itens necessários para que se cumpram os objetivos do programa de produção.

O kanban é um cartão que circula no chão-de-fábrica, vertical e lateralmente, em caixas ou carrinhos contendo instruções que permitem passar as informações entre os postos de trabalho. O cartão indica a quantidade e os tipos de materiais que cada posto ou estação de trabalho está solicitando, e a remessa, em sentido inverso, dos materiais e componentes pedidos e as cores indicam a necessidade de prioridade de abastecimento. A concepção do kanban é que o posto de trabalho corrente dirija-se ao posto precedente, e assim sucessivamente, e demande ou retire apenas a quantidade de material ou componente que necessite (a idéia do supermercado, antes referida). Este sistema tornou-se muito mais efetivo e barato em relação à forma tradicional de controle de produção feita através do Materials Requirement Planning-MRP, onde se planeja a produção e se atualiza constantemente as informações sobre o processo (SAYER; WALKER 1992).

Segundo Taiichi Ohno, a implantação do kanban não é uma tarefa simples, pois esse meio de realizar a gestão da produção contrariava a sabedoria convencional, cujos mandamentos era de cada posto de trabalho produzir o máximo de componentes e empurrá-los para frente em direção à montagem final.

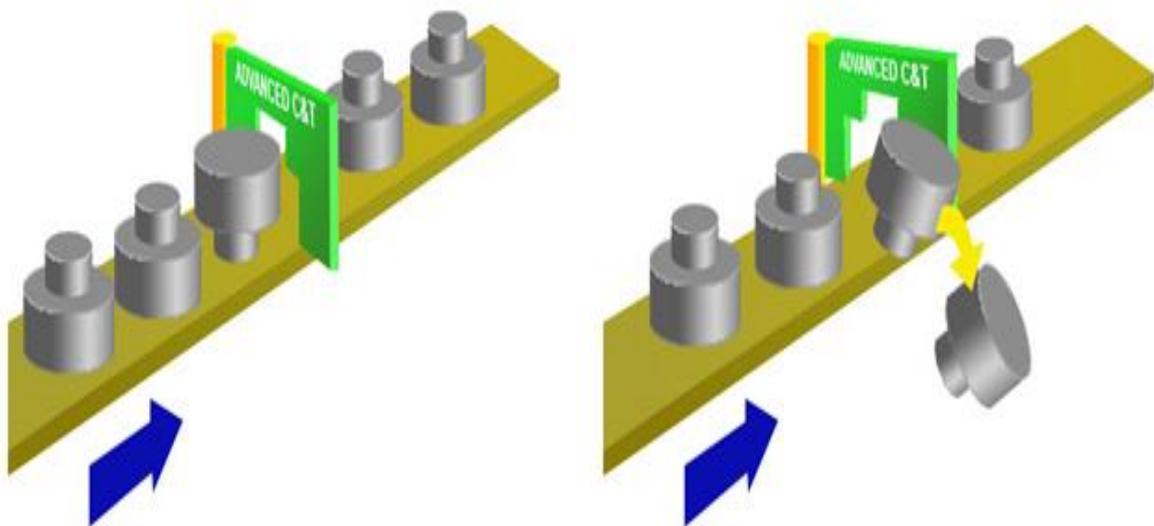
A introdução do kanban permite atuar sobre uma das principais fontes de desperdício: o estoque. O objetivo de só produzir aquilo que está sendo demandado evita tanto o acúmulo de peças trabalhadas entre os postos de trabalho, quanto à formação de estoques de produtos finais indesejados.

Os cartões coloridos são pendurados, ordenadamente, na parede. Quando as partes chegam para abastecer, retiram os cartões dos suportes e pegam a estrada novamente em busca de outras. Os funcionários do depósito mantêm as caixas de peças juntas com os cartões kanban.

## 2.7 Poka-yoke

Segundo Bertaglia (2006), o conceito *poka-yoke* surgiu como algo que visa prevenir os erros humanos nos postos de trabalhos, a identificação de possíveis erros e a inspeção na origem. A sua criação tem como objetivo fundamental a eliminação do controle de qualidade após as operações. O conceito se baseia na incorporação de dispositivos mecânicos e eletrônicos que são incluídos nos processos de produção ou até mesmo no desenho dos produtos, de tal forma que os erros sejam reduzidos ou eliminados. Esses mecanismos objetivam detectar e reparar produtos defeituosos o mais rapidamente possível. Os mecanismos vão além dos dispositivos elétricos ou mecânicos, podendo incorporar procedimentos, sinais visuais ou qualquer forma que possa prevenir a execução incorreta de alguma ação interna ao processo. A prática começou na indústria japonesa com o intuito de melhorar a qualidade dos produtos com a prevenção dos erros cometidos nas linhas de produção. Seu objetivo principal é para um processo assim que um defeito ocorre, evitando que defeitos repetidos venham a acontecer no futuro, como observamos na Figura 7 abaixo:

Figura 7 - Exemplo de Poka- Yoke, dispositivos à prova de erros.



A remoção de problemas, é sem dúvida a fase mais importante de implementação de um fluxo contínuo eficiente. Este é o momento em que o processo começa a operar e é melhorado até o ponto onde se pode produzir conforme o projetado (ROTHER, 2002).

Segundo Moura (1997), estanteira dinâmicas auxiliam para o *picking* no almoxarifado, pois apresentam uma inclinação no vão das prateleiras, normalmente 10%, através da qual as caixas ou os contenedores deslizam, sobre rodízios ou rolos, da face de carregamento para a retirada. Cada produto tem seu corredor individual próprio. Apenas são necessários dois corredores para a operação. O sistema aceita gavetas, caixas ou outros recipientes de transporte.

A destacada importância desse sistema de alimentação por gravidade é a rotação automática do estoque. Quando é retirada uma carga, a outra que está atrás desliza automaticamente, ocupando esse lugar vago. É assegurado a sequência no sistema *fifo*. Materiais de tamanhos diferentes e pesos variados podem ser movimentados na mesma instalação (VIANA, 2002).

## 2.8 Descentralização de Estoques

Os estoques devem estar centralizados (em um único centro de distribuição/armazém), ou descentralizados (em mais de um centro de distribuição/armazém) na cadeia de suprimentos. Além disso, em função de características específicas de cada negócio, a localização dos estoques que pode envolver em alguns casos decisões de consignação, ou a decisão de não manter determinado material em estoque (VIANNA, 1998).

Analisando individualmente o impacto de cada uma dessas dimensões sobre a decisão de localização de materiais na cadeia de suprimentos, podemos observar:

- *giro do material*: quanto maior, maior a tendência à descentralização por diversos armazéns ou centros de distribuição, pois menores são os riscos associados a perecibilidade e à obsolescência do material. Além disso, devemos observar que materiais com elevado giro absorvem uma parcela menor dos custos fixos de armazenagem, comparativamente aos materiais de giro mais baixo;
- *lead time de resposta*: quanto maior o tempo de resposta desde a colocação do pedido até o atendimento ao cliente final, maior é a tendência à descentralização dos estoques, com vistas a um atendimento mais rápido. As empresas devem avaliar, em termos incrementais, se a

redução nos custos de oportunidade de manter estoques em trânsito mais do que compensam a abertura de um novo ponto de armazenagem;

- nível de disponibilidade exigida pelos mercados: quanto maior o nível de serviço, maior a tendência em posicionar os materiais próximos ao cliente final. Nesse caso, deve ser feita à mesma análise incremental descrita para o lead time de resposta;

- *valor agregado*: finalmente, quanto maior, maior a tendência à centralização, contrariamente ao exposto para as três dimensões anteriores. Isso porque materiais de elevado valor agregado implicam elevados custos de oportunidade de estoques, os quais podem tornar-se proibitivos quando há descentralização dos mesmos. Casos reais de diversas empresas indicam que a descentralização leva um aumento expressivo nos níveis de estoque de segurança, proporcional à raiz quadrada da razão entre o número final e o número inicial de pontos de armazenagem. Dessa forma, sem a pretensão de sermos exaustivos em termos de categorias de produto, ou abordar com precisão todas as possíveis decisões com relação à localização dos estoques na cadeia de suprimentos, chamamos atenção para dois casos particulares: a consignação de materiais e a não-manutenção do material em estoque. As questões favoráveis à consignação dos estoques, por exemplo, de um fornecedor de matérias-primas para seu cliente industrial surgem quando:

- o material em questão possui elevado valor agregado, afetando significativamente, pela perspectiva do cliente industrial, o custo de oportunidade de mantê-lo em estoque;

- é um material extremamente crítico para o cliente industrial, isto é, possui uma elevada exigência com relação a sua disponibilidade imediata, devendo localizar-se próximo ao processo produtivo;

- o material apresenta elevado giro, permitindo ao fornecedor manter ou aumentar seu retorno sobre o investimento, mesmo que haja redução nas margens de contribuição por unidade de produto, em função do alongamento dos ciclos de caixa e do período em que permanece proprietário dos estoques. Alguns materiais que se encaixariam neste caso, por exemplo, seriam algumas peças e componentes utilizados pela indústria. Por outro lado, as condições favoráveis a não manter um determinado material em estoque na cadeia de suprimentos ocorrem quando:

- o material possui elevado valor agregado;

- é um material que apresenta baixo giro. Essa característica não apenas dificulta a opção pela consignação, como também aumenta os riscos associados à obsolescência e a perecibilidade, e a parcelados custos fixos de armazenagem a ser absorvida pelo material;

- o material apresenta pequena exigência com relação a sua disponibilidade imediata. Alguns produtos que se encaixariam nesse caso, por exemplo, seriam os bens de capital e alguns equipamentos mais caros. Geralmente a empresa responsável pela representação comercial do tipo de produto utiliza seus clientes em fase de decisão pela compra.

A descentralização dos estoques consiste em antecipar seu transporte/movimentação por outras instalações intermediárias no presente momento, com base em previsões de vendas futuras, uma vez que se busca colocar os produtos fisicamente mais próximos dos clientes. Diz-se que os estoques estão descentralizados quando existe mais de um ponto de estocagem do produto, independentemente do elo (fábrica ou centro de distribuição) em que o estoque se encontra (VIANNA, 2002).

Diferentes características do produto, da operação e da demanda podem afetar a centralização ou a descentralização dos estoques de produto acabado. De acordo com a literatura, as características do produto que afetam a alocação dos estoques englobam a densidade de custos, o custo do produto vendido e o grau de obsolescência, BALLOU (1992) e CHRISTOPHER (2002) afirmam que, quanto maiores forem os custos do produto vendido, a densidade de custos e a obsolescência, tanto maior será a tendência para a centralização dos estoques.

Produtos com maior custo do produto vendido e maior obsolescência tendem a ficar centralizados em função de maiores custos de oportunidade de manter estoque e de maiores riscos de perda, respectivamente. Por outro lado, produtos com menor densidade de custos refletem maior necessidade de minimizar os custos unitários de distribuição, assegurando, assim, sua competitividade em preço. A descentralização permite a consolidação de carregamentos e a conseqüente diluição dos custos fixos de distribuição por número de produtos (JAYARAMAN, 1998).

Já as características da demanda e da operação que influenciam na alocação dos estoques englobam o giro de estoques e o coeficiente de variação nas vendas. Waters (1992) e Mentzer, Kahn e Bienstock (1998) argumentam que, dentro dessas características da demanda, quanto menor for o coeficiente de variação nas vendas e maior o giro de estoques, tanto maior será a propensão para a descentralização dos estoques, basicamente porque são minimizados os riscos associados ao encalhe do produto.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Material**

Foi utilizado relatório extraído do sistema da empresa contendo todos os componentes do avião em estudo aproximadamente 2.500 PN. Efetuando uma observação de campo para analisar a viabilidade de implantação do projeto. Com uma equipe de apoio com seis pessoas, foram medidos e pesados todos os itens, registrando estas informações em uma planilha Excel.

Uma equipe formada por operadores do planejamento e engenharia fez uma análise detalhada da cada seguimento na linha de produção, montando um relatório constando à relação entre os itens e o local no seguimento que é montado na produção.

### **3.2 Metodologia**

A metodologia usada envolve três componentes básicos: revisão bibliográfica no tocante à necessidade de mudanças; revisão documental sobre a quantidade estimada PN's, seu impacto sobre o mau acondicionamento e o desperdício com espaço físico com a armazenagem atual, apresentar o futuro layout melhorado e todos os benefícios que o mesmo trará para a empresa; e por fim apresentar demais opções de ferramentas de trabalho que também podem ser utilizadas para melhoria contínua. Inicialmente é preciso um aprimoramento por parte do time de trabalho de toda a funcionalidade do novo método de trabalho e um entendimento profundo dos indicadores de produtividade e qualidade atuais da

área produtiva em questão. Para identificação das oportunidades e posteriormente elaborar um planejamento detalhado de todas as etapas do processo de implementação, com objetivos e recursos muito bem definidos.

### **3.3 Estudo de caso**

O presente estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa aeronáutica, especificamente em uma planta situada no interior do estado de São Paulo.

A empresa é uma das maiores aeroespaciais do mundo, posição alcançada graças à busca permanente e determinada da plena satisfação de seus clientes. Com 42 anos de experiência em projeto, fabricação, comercialização e pós-vendas, a empresa já produziu mais de 5.000 aviões, que hoje operam em 88 países, nos cinco continentes. A empresa tem uma base global de clientes e importantes parceiros de renome mundial, o que resulta em uma significativa participação no mercado.

Foi a maior exportadora brasileira entre os anos de 1999 e 2001, e foi a segunda maior empresa exportadora nos anos de 2002, 2003 e 2004. Atualmente sua força de trabalho totaliza mais de 17.200\* empregados, 94% baseados no Brasil.

A empresa se concentra em três áreas de negócios e mercados:

Aviação Comercial

Aviação Executiva

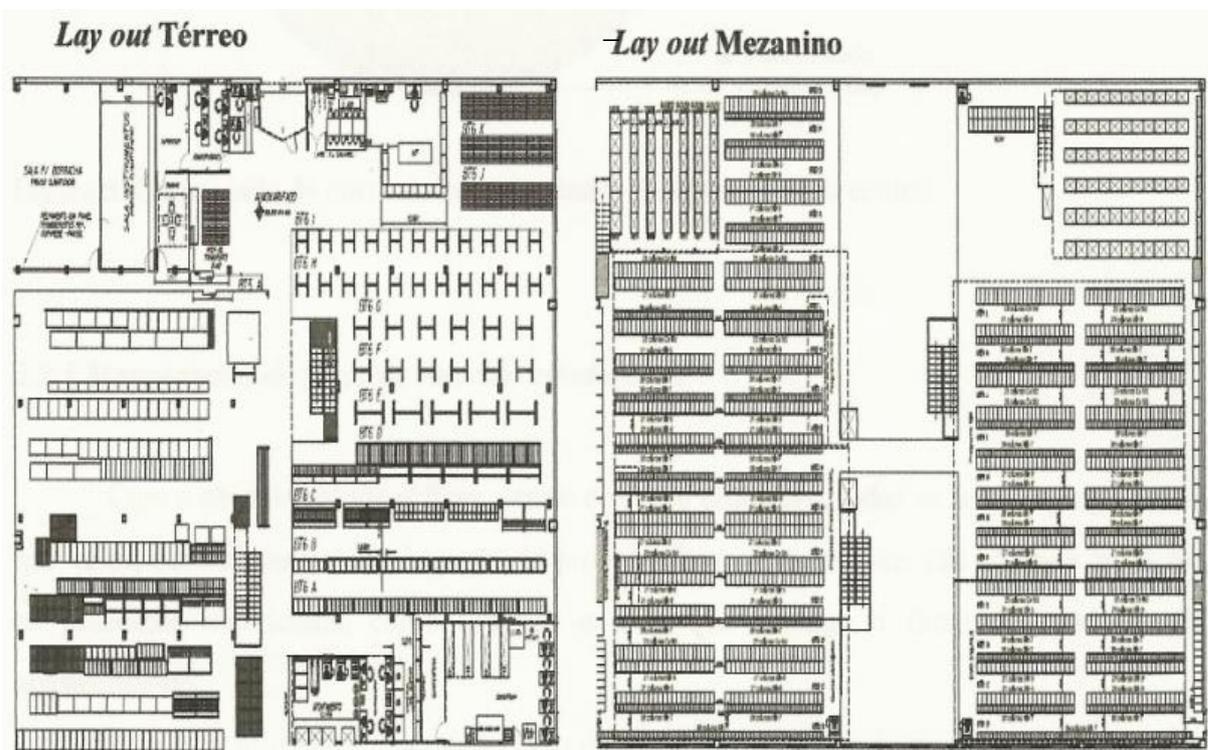
Mercado de Defesa

#### **3.3.1 Estágio Anterior a Implantação**

O almoxarifado central estava saturado, todos os programas estavam estocados no mesmo hangar, o estoque possuía aproximadamente 44.000 PNs, impossibilitando qualquer melhoria brusca com dispositivos de estocagem e procedimentos de manufatura enxuta.

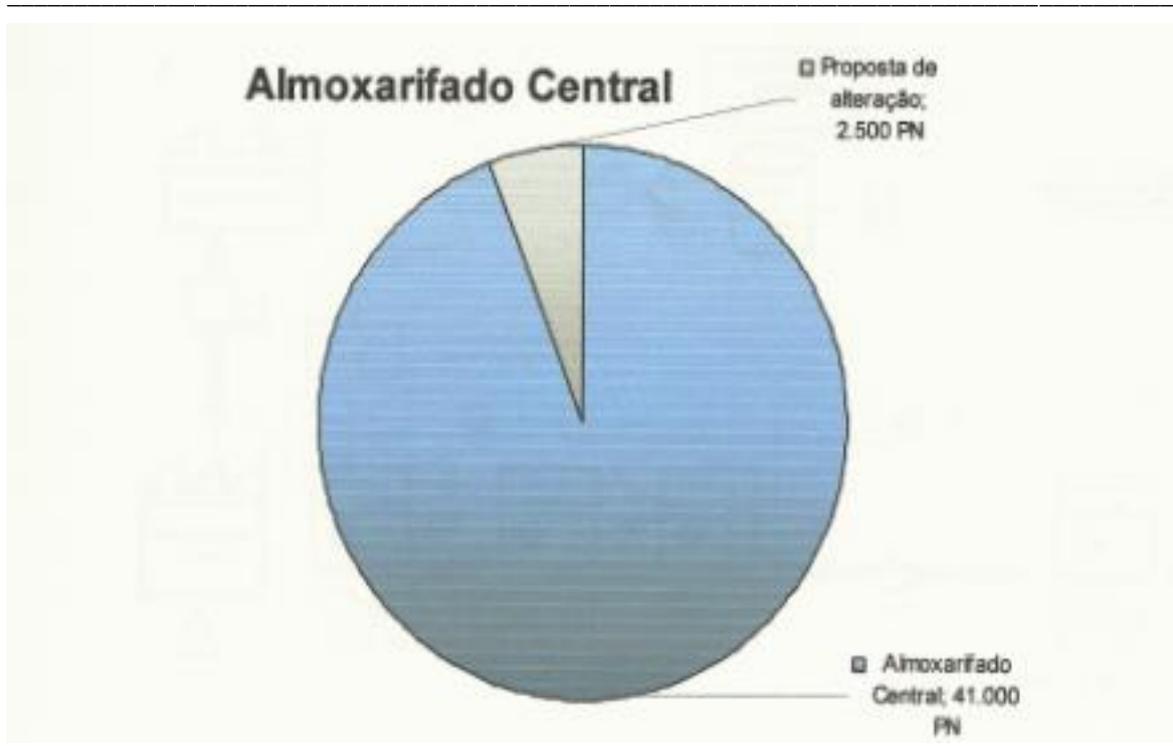
Na Figura 8 observamos que havia, corredores muito estreitos, dificultando o processo e o manuseio de peças.

Figura 8 – Lay out do Almoxarifado Central.



Para o abastecimento de um determinado avião, decidiu-se transferir os materiais específicos da montagem deste, para pontos de estoque ao lado da linha de montagem, são aproximadamente 2.500 PN, distribuído no LID, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9 - Quantidade de *part numbers* estocados no almoxarifado central.

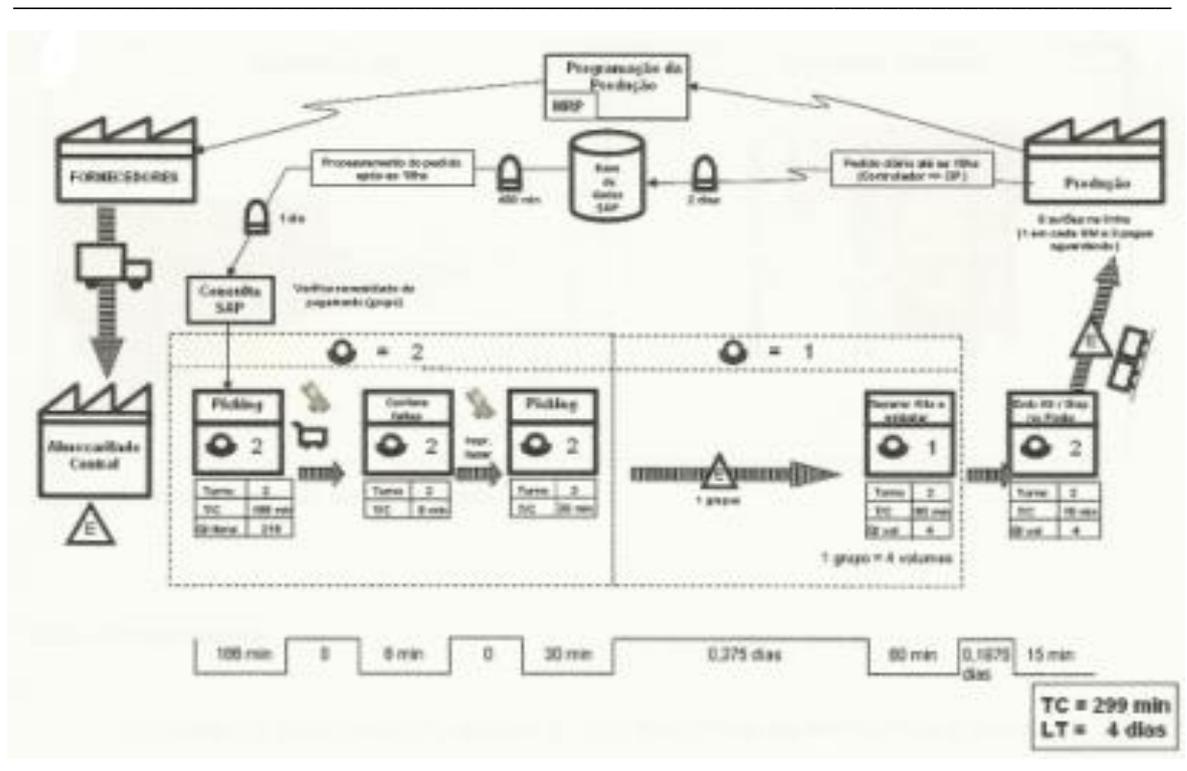


### 3.3.1.1 Mapeamento do fluxo de valor do estado atual

Com o objetivo de identificar, dentro do fluxo produtivo, todas as ações, agregando ou não valor, necessárias para obtenção do produto chave. Procurou-se, não só levar em conta os processos individuais, como também o todo que abrange o fluxo de produção de abastecimento.

Para isso utilizou-se o mapeamento do fluxo de valor, sendo uma forma qualitativa, com a qual se descreve em detalhes como uma unidade produtiva deve operar para criar fluxo. Os números são úteis para criar um senso de urgência ou como medidas e comparações entre as situações antes e depois. Já o mapeamento do fluxo de valor descreve o que deveria ser feito para atingir esses valores. Portanto, a equipe fez uso dessa ferramenta para identificar as potencialidades de agregar valor, proporcionando uma visão de estado ideal (futuro), após avaliar o estado atual, conforme Figura 10.

Figura 10 - Mapeamento do fluxo de valor no estado atual do almoxarifado central.



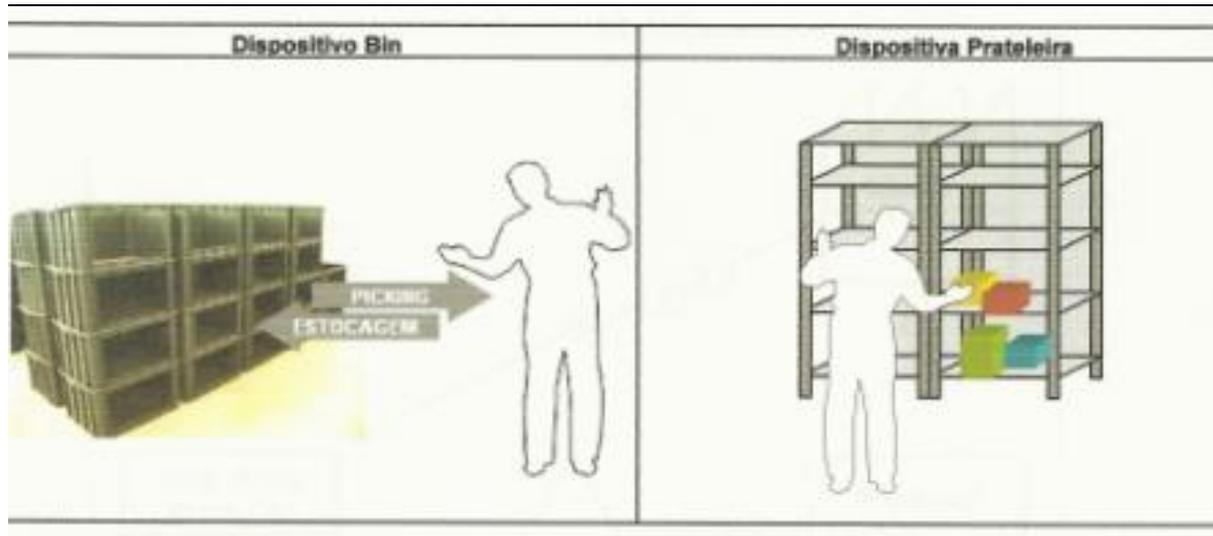
### 3.3.2 Estocagem

Não havia uma lógica no processo e um fluxo pré-definido, os materiais eram estocados em qualquer lugar, muitas vezes no primeiro local disponível.

Conforme a Figura 11, os dispositivos de estocagem eram constituídos basicamente por caixas de marfinito, conhecidas como Bin, e prateleiras, estes por sua vez não garantiam o *fifo First in, First out* (Primeiro que entra é o primeiro que sai), pois os lotes ficavam misturados nos locais onde eram armazenados. Os materiais eram estocados pelo mesmo corredor onde efetuava-se o *picking*, prejudicando a produtividade quando dois ou mais operadores estavam trabalhando no mesmo local.

Não havia uma gestão visual dos materiais, não era possível saber se existia material em falta ou em excesso.

Figura 11 - Dispositivos de armazenagem



### 3.3.2.1 Abastecimento

A decisão do que abastecer, quando e onde não estava de forma clara e produtiva. As solicitações de abastecimento da produção eram manualmente levadas ao almoxarifado através de uma O.P (ordem de produção), no qual contém entre outras, os componentes necessários para efetuar uma montagem.

Existem falhas na gestão de abastecimento à produção, as necessidades e metas não são claras, tornando o sistema lento e dependente.

Os operadores precisam andar muito para separar as listas de pedidos (*picking*), e devido à falta de acurácia perdem muito tempo procurando o lote do material que deve ser enviado para produção.

Quando separamos os materiais, são enviados até um posto de transporte na produção, e o operador da produção precisa deslocar-se do gabarito de montagem até o posto para recolher o material, perdendo um tempo que não agrega valor em sua operação.

Todo o sistema é baseado no sistema empurrado, ou seja, a demanda de abastecimento do almoxarifado esta baseada em datas definidas pelo planejamento, como não há um acompanhamento em tempo real, se a produção atrasa, os materiais continuam sendo enviados aos postos de transportes, causando acúmulo de material nas prateleiras.

As datas de necessidades dos materiais eram programadas com base no P.I.P.O. (planejamento industrial e plano de produção), o controle de produção anotava na O.P a data que o material deveria estar na produção. De posse da O.P, o administrador do almoxarifado

anotava em um quadro o número dos documentos por ordem de data de necessidade, o operador separava os materiais com base neste quadro e enviava para produção (sistema empurrado), conforme mostra o macro fluxo na Figura 12 e 13.

Figura 12 - Macro fluxo de valor do abastecimento no almoxarifado central.

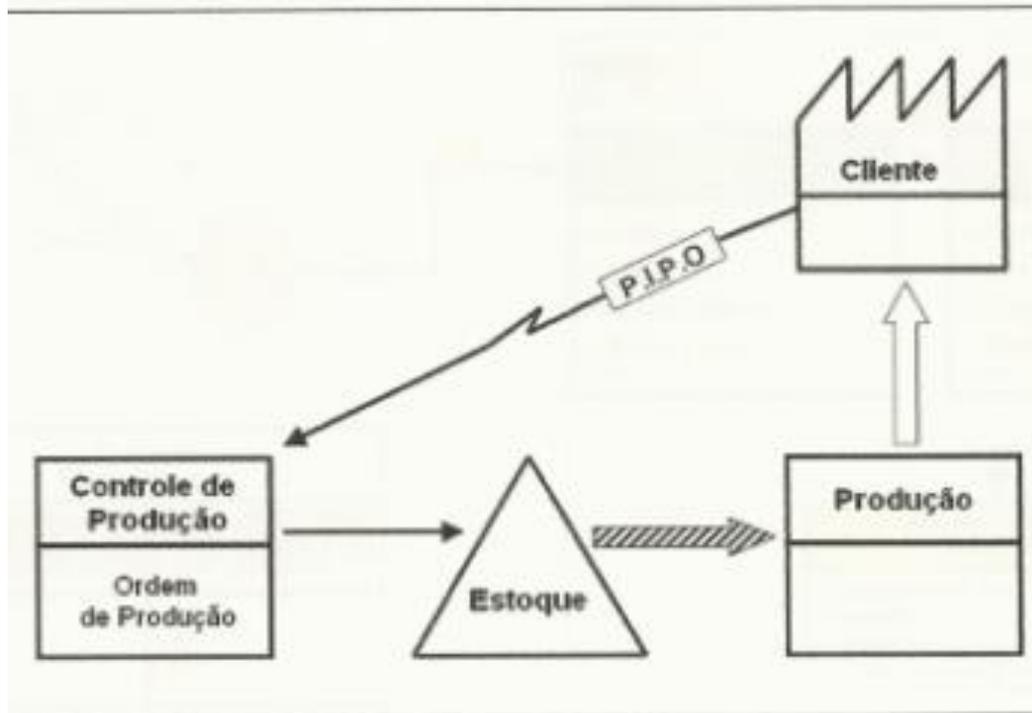
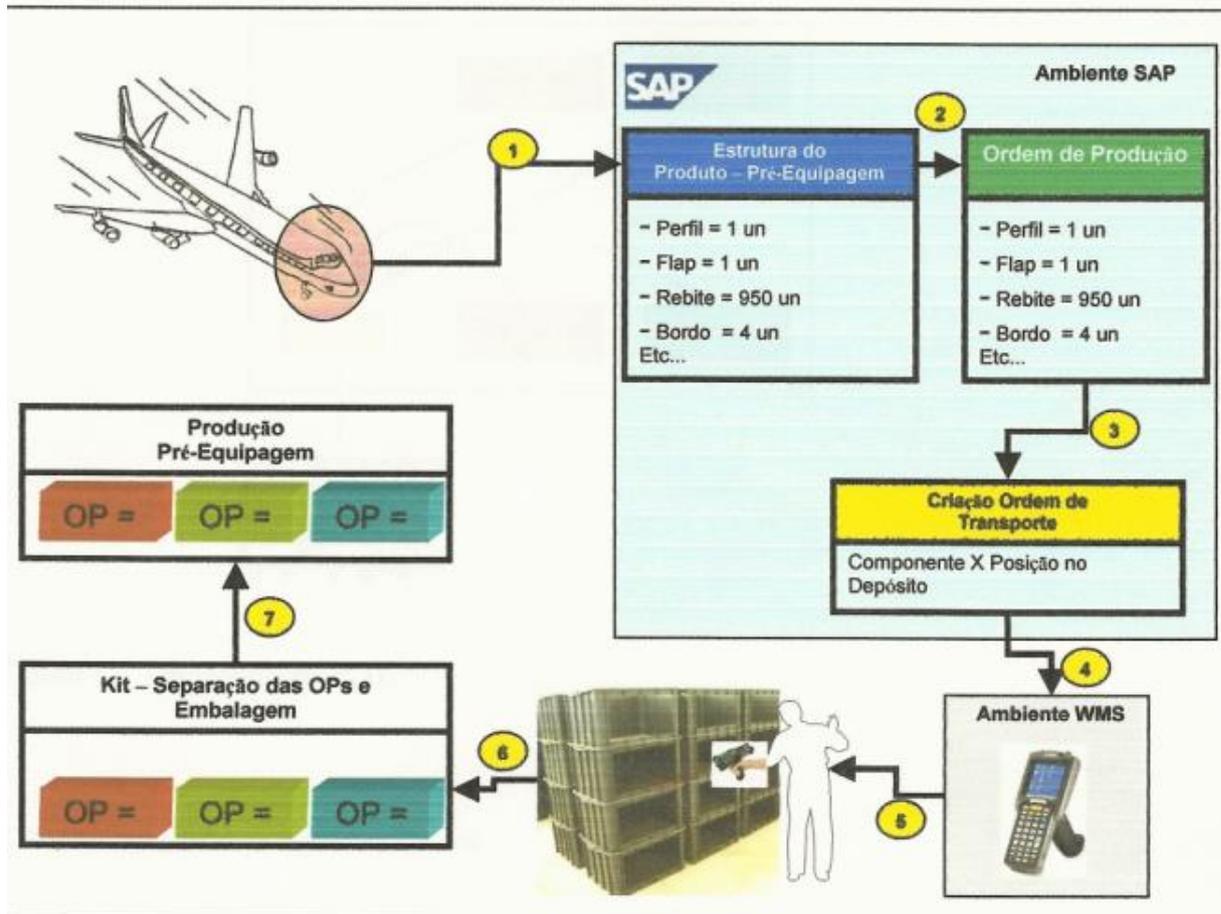


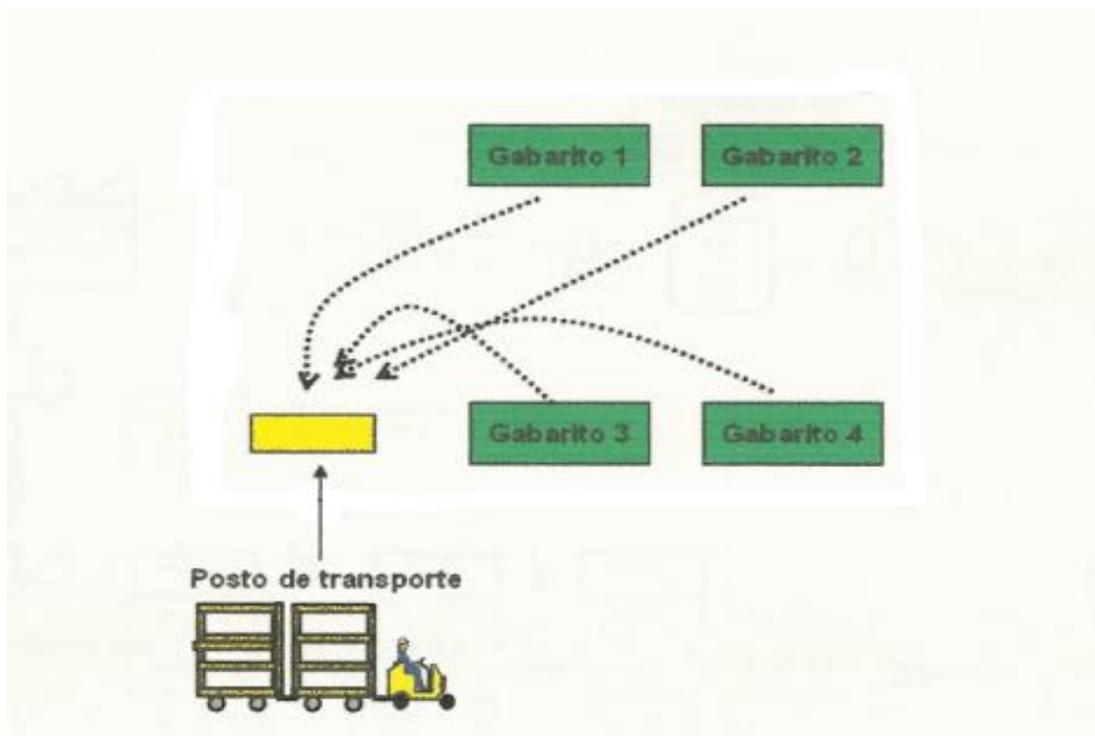
Figura 13- Fluxo atual informação, almoxarifado central.



### 3.3.2.2 Transporte

Um operador com um carro de transporte coleta os materiais e leva-os até a produção, descarregando em uma prateleira denominada PDT (posto de transporte), onde o operador da linha precisa deslocar-se até o posto para procurar e retirar o material, conforme ilustrado na Figura 14.

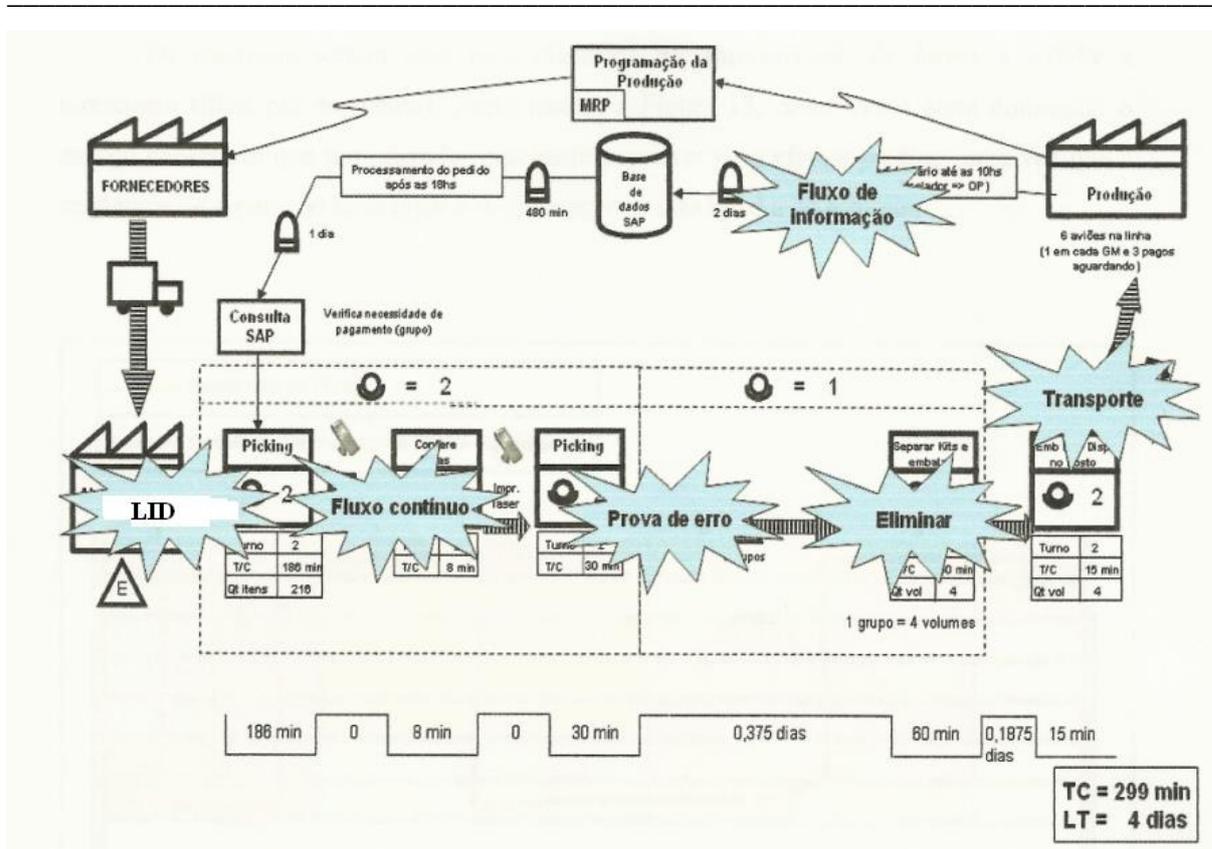
Figura 14 - Transporte no PDT.



### 3.3.3 Identificando as Oportunidades

Posteriormente à definição do fluxo de valor atual, foi analisada cada operação da cadeia de valor de forma isolada, comparando-a com o conjunto. Dessa forma, pôde identificar, no mapa de estado atual, os pontos de possibilidade de aplicação de ferramentas que pudessem minimizar ou eliminar os desperdícios. Essas ferramentas foram representadas com um ícone no mapeamento conforme a Figura 15.

Figura 15 - Mapeamento do fluxo de valor no estado atual do almoxarifado central, com identificação das oportunidades.



A proposta é fazer fluir os materiais com a implantação de um sistema de movimentação enxuta, de maneira puxada, envolvendo os processos:

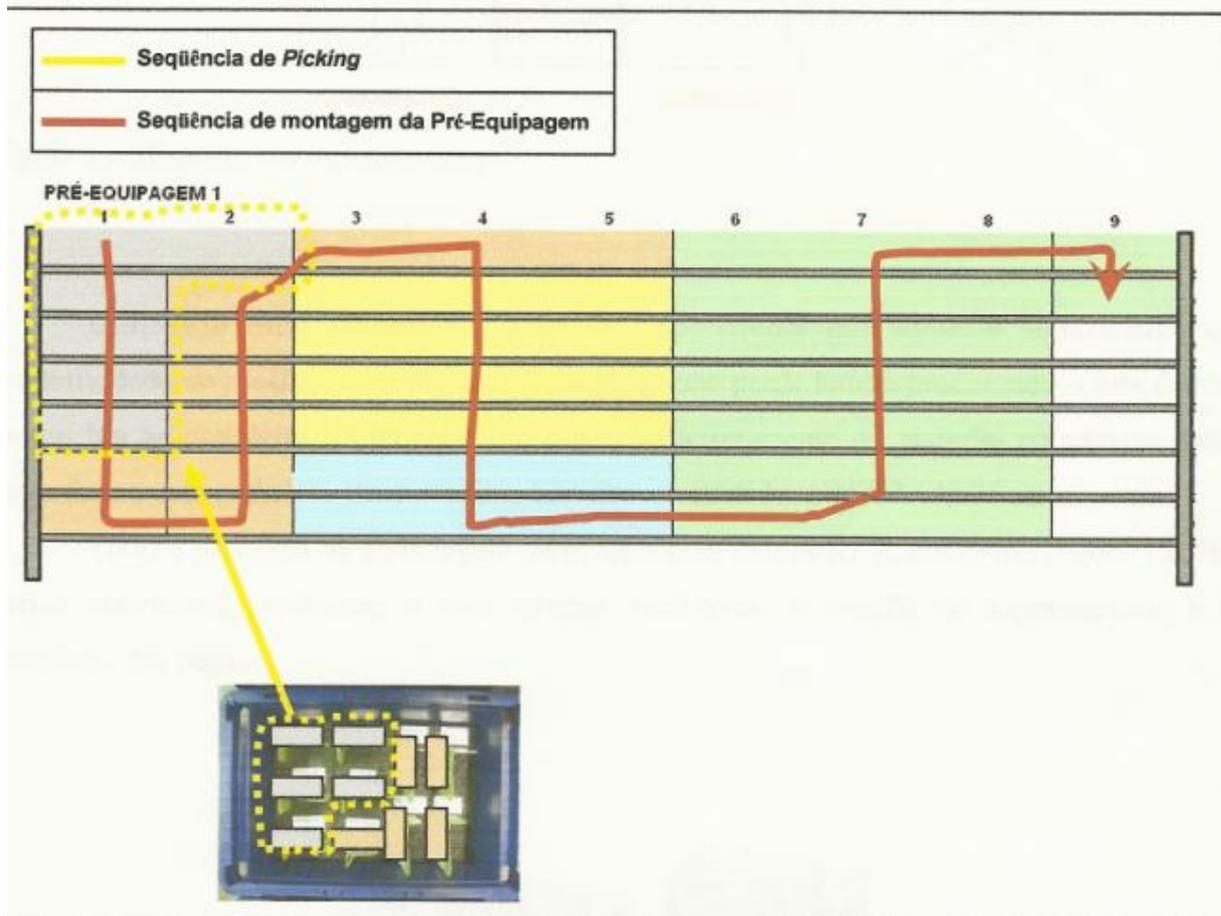
- LID com as peças ao lado da linha de montagem;
- Novos dispositivos para armazenagem dos materiais;
- Um sistema de gerenciamento de informação através de sinais de puxada;
- Rota de entrega realizada pelo operador que faz o *picking*, com o próprio carro utilizado no processo de *picking*.

### 3.3.3.1 Novo LID

A partir do PPCP (plano para cada peça), decidiu-se fazer um LID dedicado ao seguimento do avião em estudo, próximo à linha de montagem, implementando novas regras para seu gerenciamento.

Os materiais seriam estocados dispostos LID de forma a refletir a montagem (ilhas por seguimento), como mostra a Figura 16, desta forma seria diminuído o espaço necessário que um operador precisaria percorrer para efetuar o *picking*, uma vez que a seqüência de separação seria igual à de montagem e esta igual a do estoque.

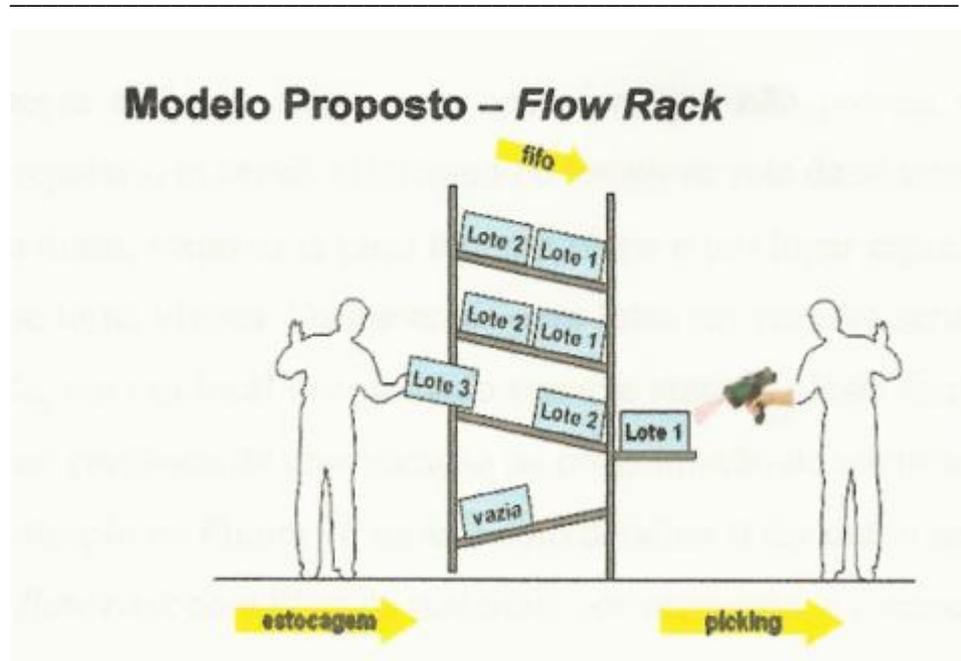
Figura 16 - *Flow rack*, seqüência de estocagem.



A proposta é utilizar um sistema de armazenagem para auxiliar e garantir o *picking* dos lotes mais antigos, o *fifo*, em que a primeira peça que chega é a primeira peça que sai, garantindo assim que o material não “envelheça” no estoque. Portanto foi sugerido trocar os

dispositivos os quais eram utilizados (bin, prateleiras) por estantes dinâmicas (*flow rack*), conforme mostra a Figura 17.

Figura 17 - Dispositivos de armazenagem.



Utilizando estes dispositivos *flow rack*, possibilita um aumento significativo de produtividade no *picking*, uma vez que o operador não perde tempo procurando o lote dentro de um bin ou prateleira. Outra melhoria é o acondicionamento do material no estoque, pois desta forma com cada lote em sua caixa, não fica amontoado, podendo danificar as peças.

Todo o processo de armazenagem seria feito com caixas KLT, conforme Figura 18, são caixas resistentes, modulares e com tampas, facilitando a criação do LID e o manuseio das peças.

Figura 18 - Caixa plástica KLT.

---



---

Fonte: Plast Itália, 2011.

As peças estão no alcance do operador, que não precisa de empilhadeira ou escada para separar o material, otimizando o tempo da rota de abastecimento.

Além disso, como cada peça tem um plano e um lugar específico, a falta ou o excesso de material se torna visível. Os materiais com lote em excesso seriam segregados no próprio lid, em um local denominado estoque de atacado, desta forma, fica evidente e visual, quais materiais precisam de uma atenção na programação de compra ou fabricação.

A ilustração na Figura 19 é possível visualizar o dispositivo *flow rack*, e suas medidas, já a Figura 20 mostra com detalhes o *lay out*, o setor do lid com dispositivos *flow rack* com ilhas de materiais por seguimento.

Figura 19 - Dispositivo flow rack e suas dimensões

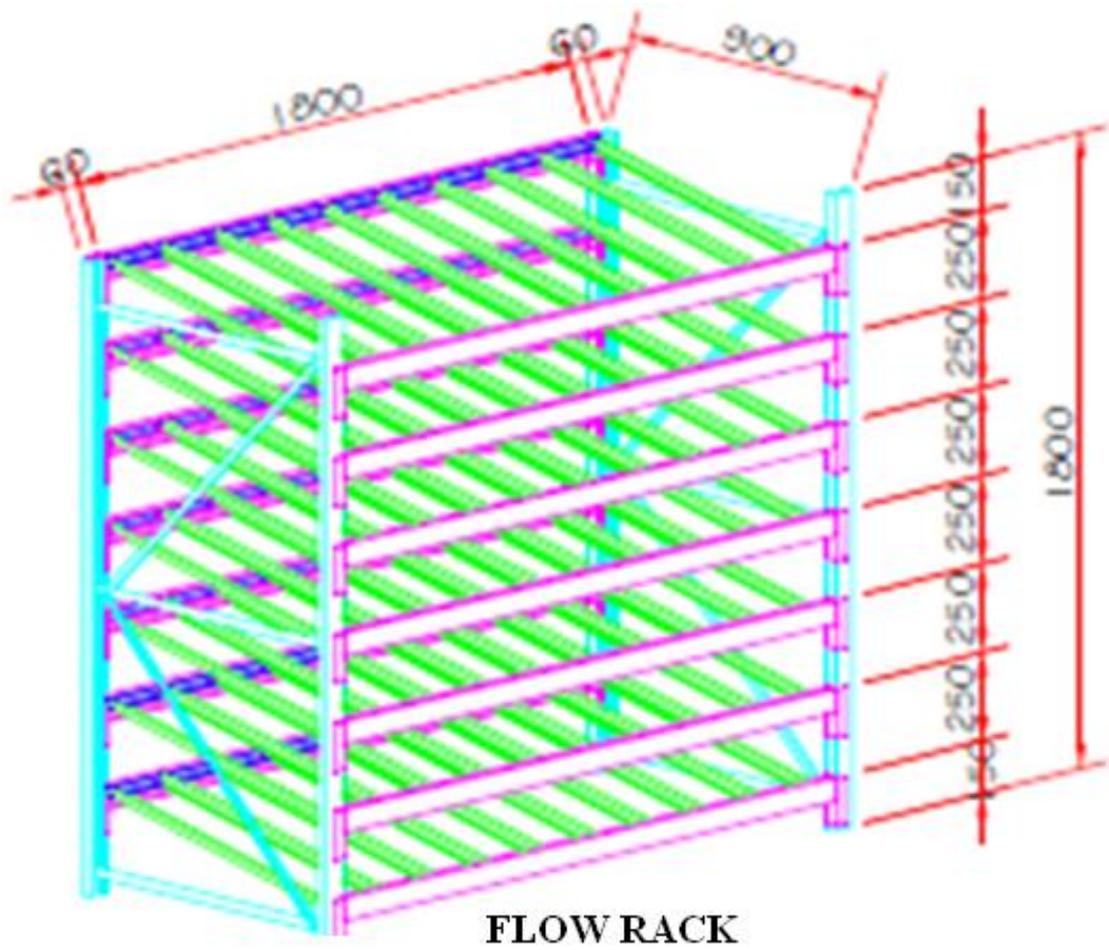
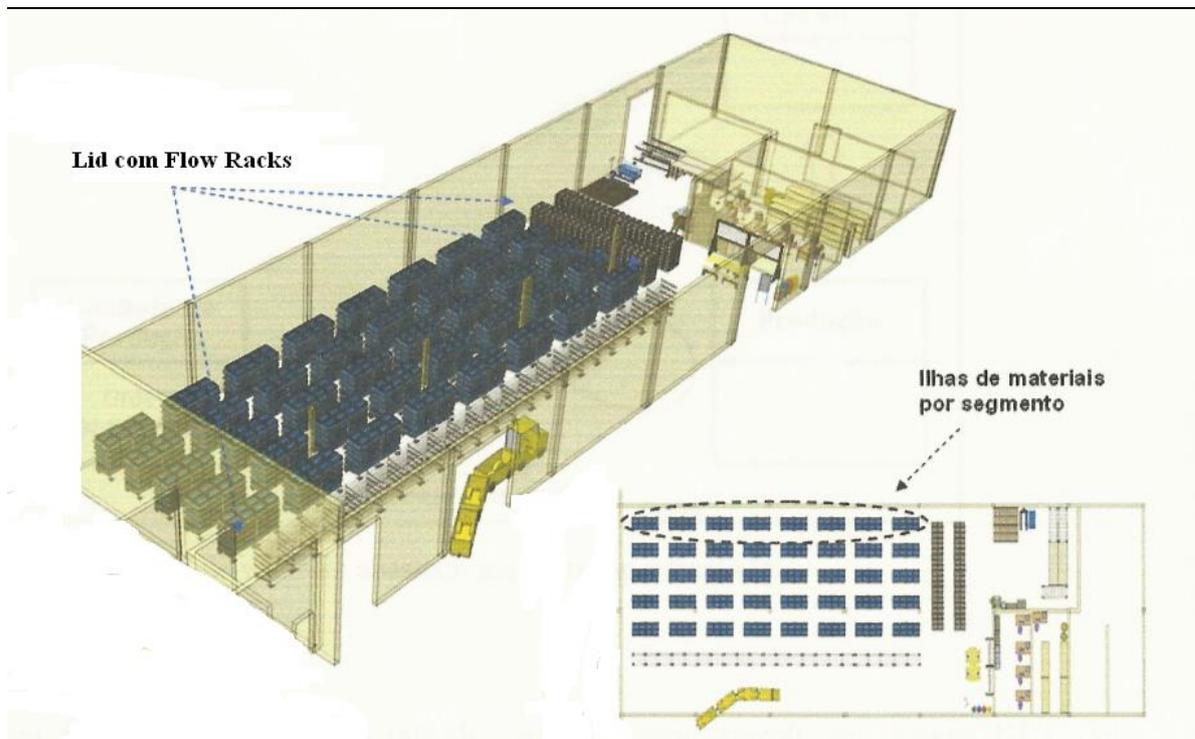


Figura 20 - Lay out do Lid.



### 3.3.3.2 Implantação de um sistema enxuto no abastecimento

Durante a implantação do lid, a proposta é colocar em prática um sistema de pagamento a prova de erros introduzindo o sistema *poka-yoke*, para prevenção de erros humanos durante o *picking*. Para isso foram desenvolvidos novos carros de pagamento feitos de trilógio, conforme Figura 21. Com esse carro se realiza o *picking*, já fazendo a montagem do kit e ele próprio é entregue na produção diretamente no ponto de uso, sem que haja necessidade do operador da produção ficar se deslocando para coletar os materiais necessários para realizar sua montagem. Também com a utilização desses carros conseguimos eliminar a utilização de sacos plásticos para embalagem e emissão de etiquetas de identificação.

Figura 21 - Exemplo de carros de pagamentos utilizados para envio de materiais.



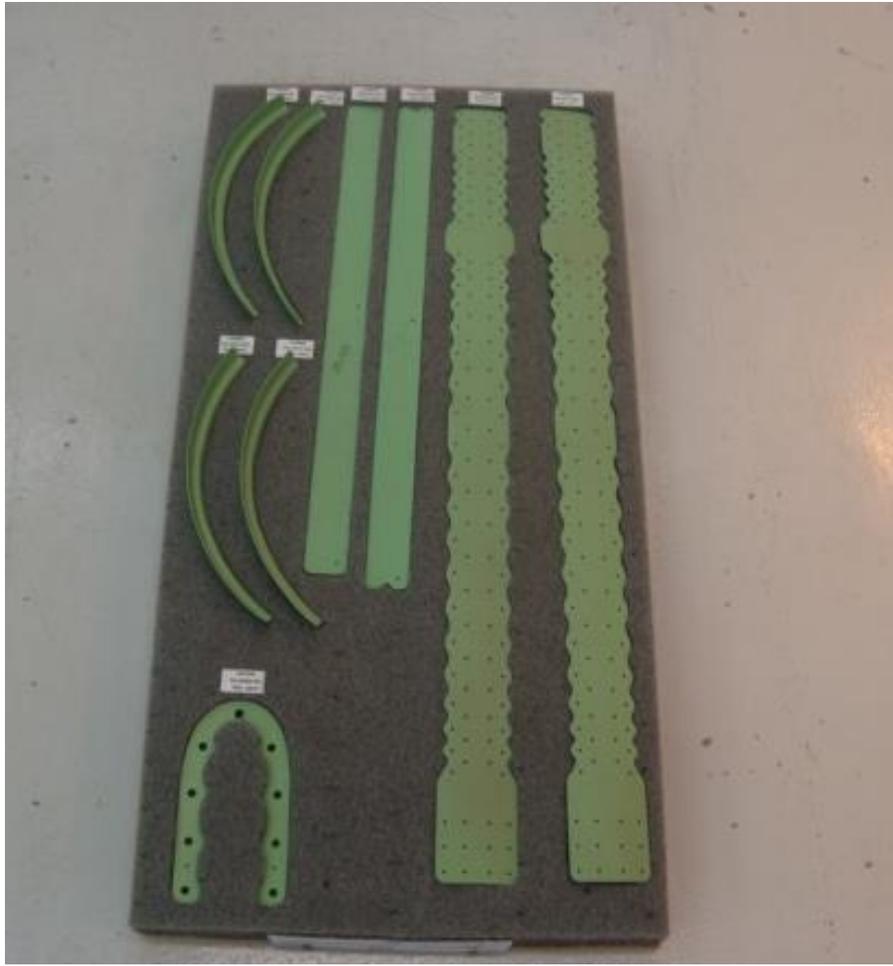
Cada um desses carros possui itens para uma montagem completa e segue uma seqüência em que o material será utilizado por um segmento na produção. As bandejas de madeira e espuma possuem o espelho de cada peça, ficando assim impossível colocar em um kit, peça que não pertença a ele ou tão pouco enviar peça a mais para produção, caso não tenha alguma peça em estoque o próprio operador logístico consegue visualizar a falta e já coloca uma bandeira vermelha informando a falta da peça. O esquema de espelho feito nas bandejas pode ser visualizado na Figura 22.

Figura 22 - Exemplo de bandeja de pagamento com o espelho de cada peça.



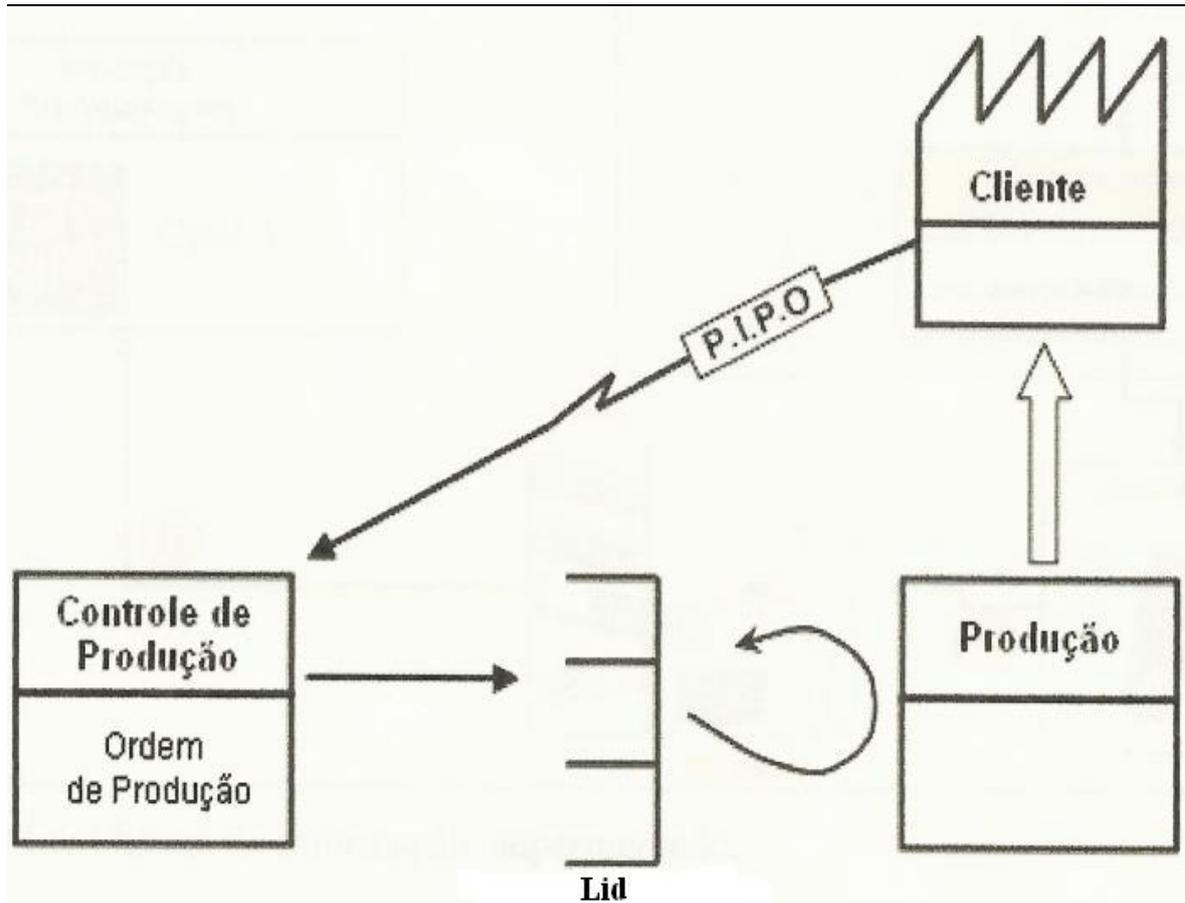
A Figura 23 demonstra a mesma bandeja após a realização do *picking*.

Figura 23 – Bandeja após o picking.



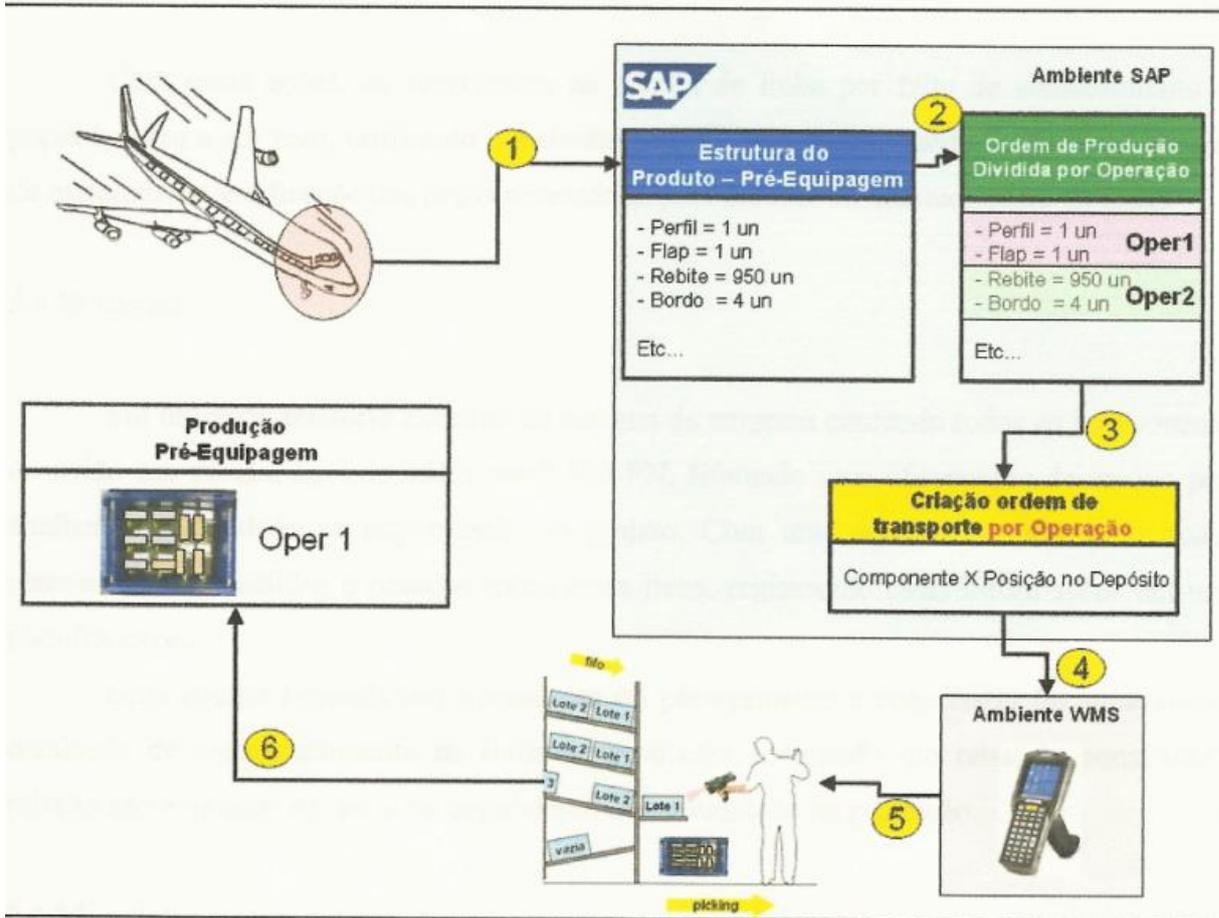
Portanto, com o abastecimento puxado, é a produção que dita o ritmo, desta forma elimina o excesso de material na produção, bem como o controle de estoques, diminuindo erros em envio de peças erradas e quantidades, obedecendo a seqüência de pagamento de lotes no FiFo, tendo um controle maior sobre a acurácia e sobre a administração geral do LID. Na Figura 24 ilustra o macro fluxo deste processo.

Figura 24 - Macro fluxo de valor do abastecimento no lid.



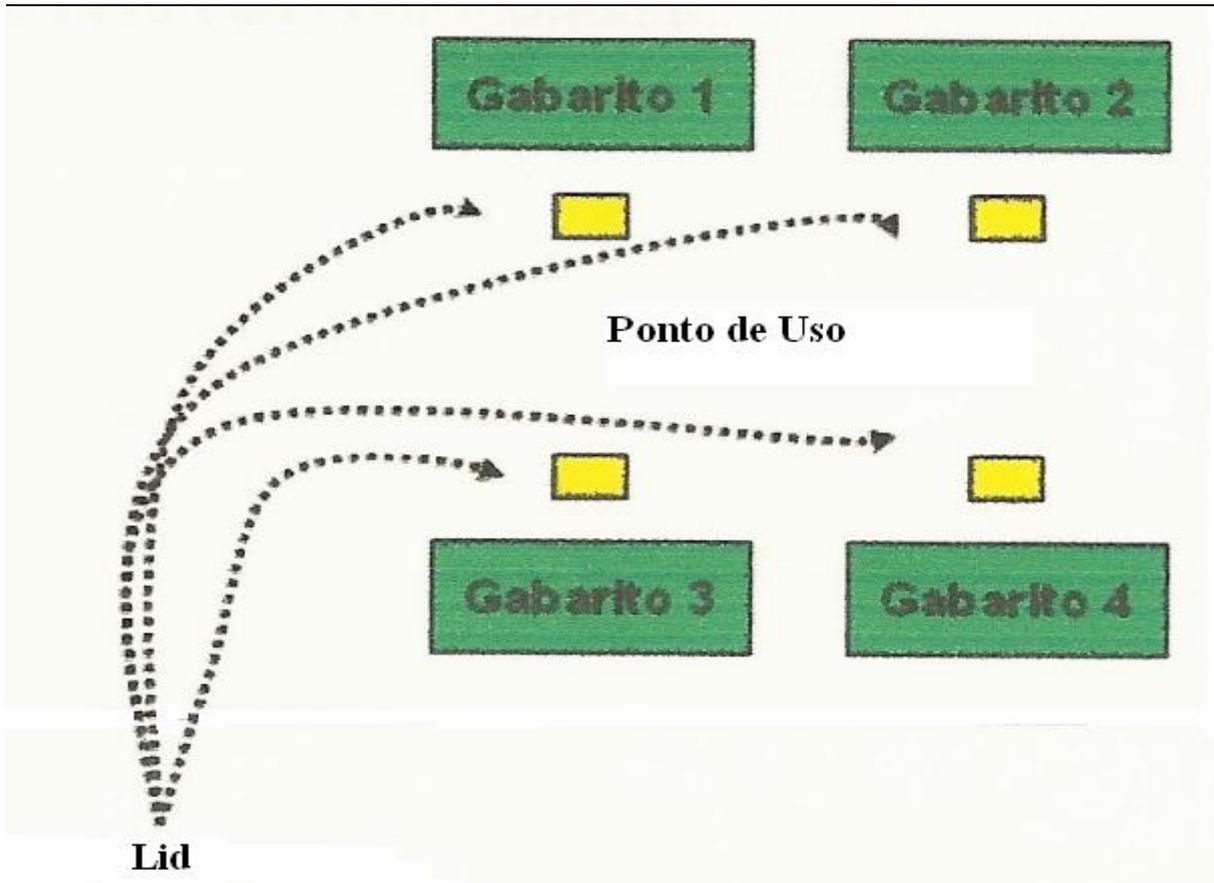
Para implantar um sistema puxado, com o abastecimento em carros, foi necessário fazer uma alteração no sistema SAP, pois a idéia é elaborar os kits para serem pagos de forma seqüenciada, necessitando a “quebra” da OP. Assim seria possível efetuar *picking* de uma mesma OP em etapas diferentes. Como é separado apenas por uma OP por vez, após o *picking* o carro é enviado direto para a linha, sem a necessidade de passar pelo processo de separação de OP, como era anteriormente, conforme mostra a Figura 25.

Figura 25 - Fluxo futuro de informação, Lid.



A criação do Lid de peças ao lado da produção possibilitou a entrega dos carros pelo próprio operador logístico que realizou o *picking*, com isso conseguimos eliminar a rota do transporte interno, e mudou de entrega no posto de transporte para entrega no ponto de uso, conforme Figura 26.

Figura 26. Esquema de transporte de entrega em PDU.



Com essas ações, as ocorrências de parada de linha por falta de abastecimento de peças tendem a ser zero, utilizando o trabalho padronizado e eliminando perdas com procura de materiais ou verificação das peças necessárias para atender ao abastecimento de linha.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O Brasil não é o único país do mundo que ostenta problemas de produtividade e qualidade. Também em outras economias com alto grau de industrialização o problema é muito sério, pois em quase todos os lados do mundo, a meta de alcançar níveis elevados de produtividade e de qualidade está sendo considerada como uma das grandes prioridades das empresas.

Como o mercado mundial caminha cada vez mais rumo à globalização e à competição internacional, conclui-se que estamos diante de um desafio enorme: a ferrenha luta pela competitividade no mercado mundial, onde qualidade e produtividade são as principais chaves de todas as principais decisões nessa verdadeira aldeia global, pois elas proporcionam preço e confiabilidade. Essas duas vantagens devem ser permanentes e devem crescer através do tempo, porque o importante é aprender como fazer o produto cada vez melhor e com os menores custos. A cada dia e a cada ano que passa deve-se conquistar uma gradativa melhoria na produtividade e na qualidade em relação ao dia e ao ano anteriores.

Mas não é isso o que está acontecendo em alguns países. Até pelo contrário. Em alguns países está havendo uma estagnação, enquanto em outros há até mesmo um declínio nos índices de produtividade e qualidade. Neste aspecto sempre existem os ganhadores e os perdedores. No Brasil, por exemplo, estamos experimentando um período de busca incessante da excelência em termos de qualidade e produtividade. Mas a qualidade e a produtividade ainda estão distantes de muitas empresas. Elas constituem um importante objetivo, sem dúvida, mas ainda há muito que fazer, pois acontece que o mundo mudou, tudo ficou diferente e tudo será mais diferente ainda.

A enorme mudança que afeta todas as nossas vidas, o aumento exagerado da competição e os clientes cada vez mais preocupados em comparar preço, qualidade e valor

agregado constituem os três grandes fatores que estão levando as empresas rumo ao sucesso ou ao fracasso. As empresas bem sucedidas são aquelas que estão abertas à mudança, são competitivas e totalmente voltadas para o cliente.

Mudança, concorrência e focalização no cliente são as oportunidades – e não as ameaças – que podem fazer a grande diferença. Fazendo uma comparação entre as empresas bem-sucedidas com aquelas que fracassaram, conseguimos identificar vários fatores que explicam a dificuldade de alcançar padrões mais elevados de qualidade e produtividade, onde podemos destacar dois de relevada importância.

O primeiro fator decorre da cultura que predomina nas nossas empresas, pois durante décadas a fio tivemos uma forte ênfase na especialização e no individualismo. A expectativa era de que cada pessoa faria o melhor possível através dos seus próprios méritos pessoais, independentemente da ajuda de outras pessoas. Era a ênfase no trabalho individual, na especialização e na autoconfiança. Com isso as pessoas passaram a ser confinadas em cargos isolados e sem nenhuma vinculação com os demais cargos e com as demais pessoas. Cada funcionário passou a ser remunerado com um salário fixado previamente e passou a ser avaliado em termos individuais. Essa ética individualista colidia frontalmente com o trabalho em grupo, com o espírito de equipe e com a cooperação para lidar com os problemas cotidianos. E isto tornou a maior parte das nossas empresas uma verdadeira confederação de pequenos feudos, segmentados, fracionados e isolados.

Cada um por si e a empresa para todos. Esta ainda costuma ser a nossa cultura: extremamente limitadora e restritiva quanto ao desempenho das pessoas. O Brasil não é o único país do mundo que ostenta problemas de produtividade e qualidade. Também em outras economias com alto grau de industrialização o problema é muito sério, pois em quase todos os lados do mundo, a meta de alcançar níveis elevados de produtividade e de qualidade está sendo considerada como uma das grandes prioridades das empresas.

Como o mercado mundial caminha cada vez mais rumo à globalização e à competição internacional, conclui-se que estamos diante de um desafio enorme: a ferrenha luta pela competitividade no mercado mundial, onde qualidade e produtividade são as principais chaves de todas as principais decisões nessa verdadeira aldeia global, pois elas proporcionam preço e confiabilidade. Essas duas vantagens devem ser permanentes e devem crescer através do tempo, porque o importante é aprender como fazer o produto cada vez melhor e com os menores custos. A cada dia e a cada ano que passa deve-se conquistar uma gradativa melhoria na produtividade e na qualidade em relação ao dia e ao ano anteriores.

Mas não é isso o que está acontecendo em alguns países. Até pelo contrário. Em alguns países está havendo uma estagnação, enquanto em outros há até mesmo um declínio nos índices de produtividade e qualidade. Neste aspecto sempre existem os ganhadores e os perdedores. No Brasil, por exemplo, estamos experimentando um período de busca incessante da excelência em termos de qualidade e produtividade. Mas a qualidade e a produtividade ainda estão distantes de muitas empresas. Elas constituem um importante objetivo, sem dúvida, mas ainda há muito que fazer, pois acontece que o mundo mudou, tudo ficou diferente e tudo será mais diferente ainda.

A enorme mudança que afeta todas as nossas vidas, o aumento exagerado da competição e os clientes cada vez mais preocupados em comparar preço, qualidade e valor agregado constituem os três grandes fatores que estão levando as empresas rumo ao sucesso ou ao fracasso. As empresas bem sucedidas são aquelas que estão abertas à mudança, são competitivas e totalmente voltadas para o cliente.

Mudança, concorrência e focalização no cliente são as oportunidades – e não as ameaças – que podem fazer a grande diferença. Fazendo uma comparação entre as empresas bem-sucedidas com aquelas que fracassaram, conseguimos identificar vários fatores que explicam a dificuldade de alcançar padrões mais elevados de qualidade e produtividade, onde podemos destacar dois de relevada importância.

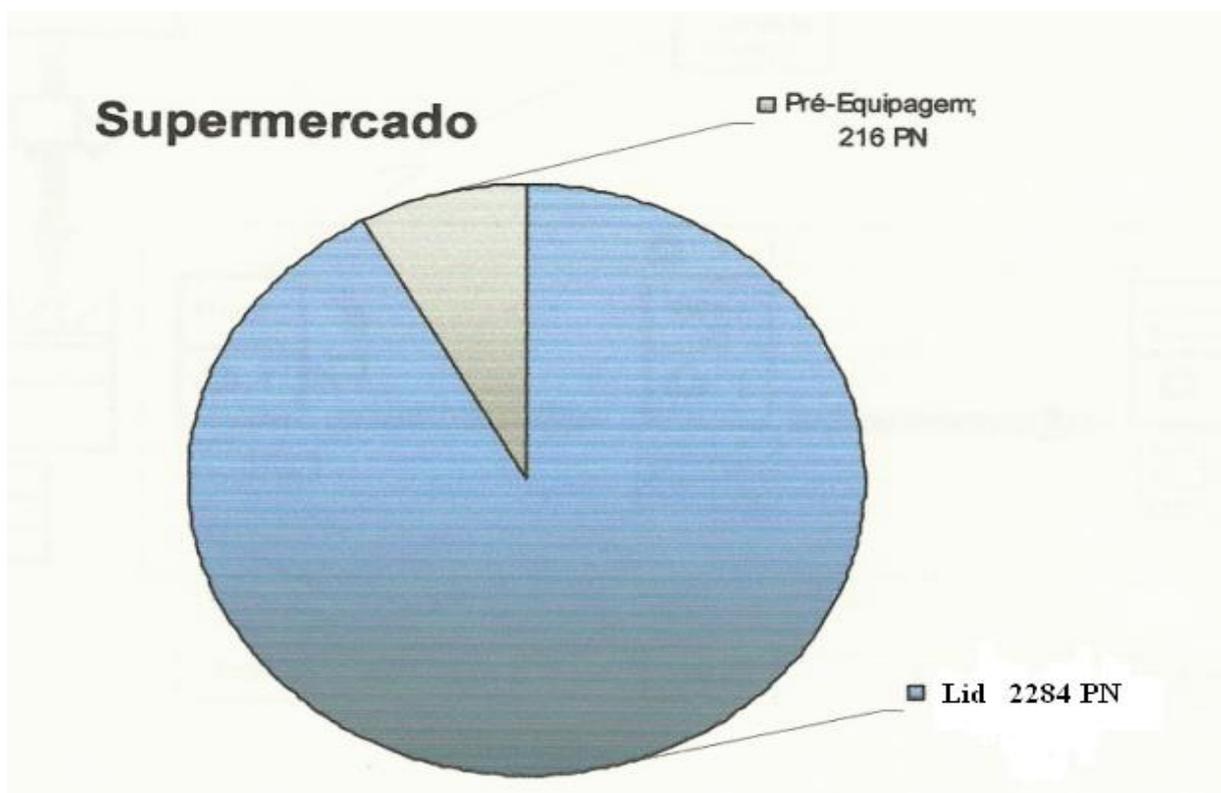
O primeiro fator decorre da cultura que predomina nas nossas empresas, pois durante décadas a fio tivemos uma forte ênfase na especialização e no individualismo. A expectativa era de que cada pessoa faria o melhor possível através dos seus próprios méritos pessoais, independentemente da ajuda de outras pessoas. Era a ênfase no trabalho individual, na especialização e na autoconfiança. Com isso as pessoas passaram a ser confinadas em cargos isolados e sem nenhuma vinculação com os demais cargos e com as demais pessoas. Cada funcionário passou a ser remunerado com um salário fixado previamente e passou a ser avaliado em termos individuais. Essa ética individualista colidia frontalmente com o trabalho em grupo, com o espírito de equipe e com a cooperação para lidar com os problemas cotidianos. E isto tornou a maior parte das nossas empresas uma verdadeira confederação de pequenos feudos, segmentados, fracionados e isolados.

Cada um por si e a empresa para todos. Esta ainda costuma ser a nossa cultura: extremamente limitadora e restritiva quanto ao desempenho das pessoas.

Para a análise dos resultados obtidos, foi escolhido entre os materiais que foram transferidos para o lid, um segmento de montagem que se destacava por ser o mais complexo referente à grande quantidade e variedade de peças. Desta forma, os resultados refletem a todo

o restante do estoque, uma vez que para todas as outras montagens será utilizado o mesmo procedimento. Este segmento é a montagem da pré-equipagem do avião, conforme mostra a Figura 27, esta montagem possui 216 PN.

Figura 27. Quantidade de *part numbers* estocados no lid.



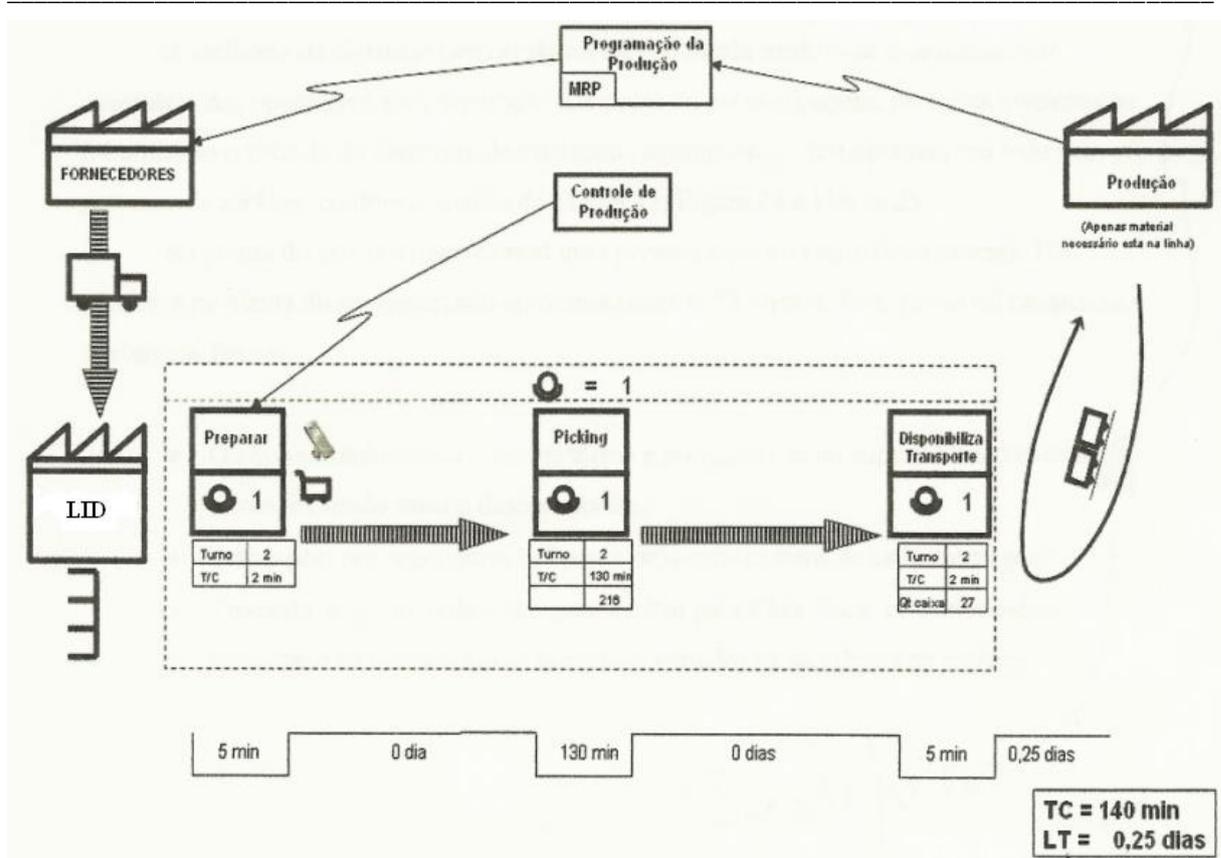
Com o resultado deste trabalho, foi possível destacar as fontes de desperdícios, eliminando-as por meio da projeção e implementação de um fluxo de valor em um estado futuro. A meta foi construir uma cadeia de produção em que os processos individuais fossem articulados ou por meio de um fluxo contínuo ou puxado, aproximando-se o quanto mais possível de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisassem.

#### 4.1 Resultados comparativos

Após a implantação do projeto, foi desenhado um novo mapa de fluxo de valor para o lid, conforme Figura 24, possibilitando a comparação com o mapa do almoxarifado central.

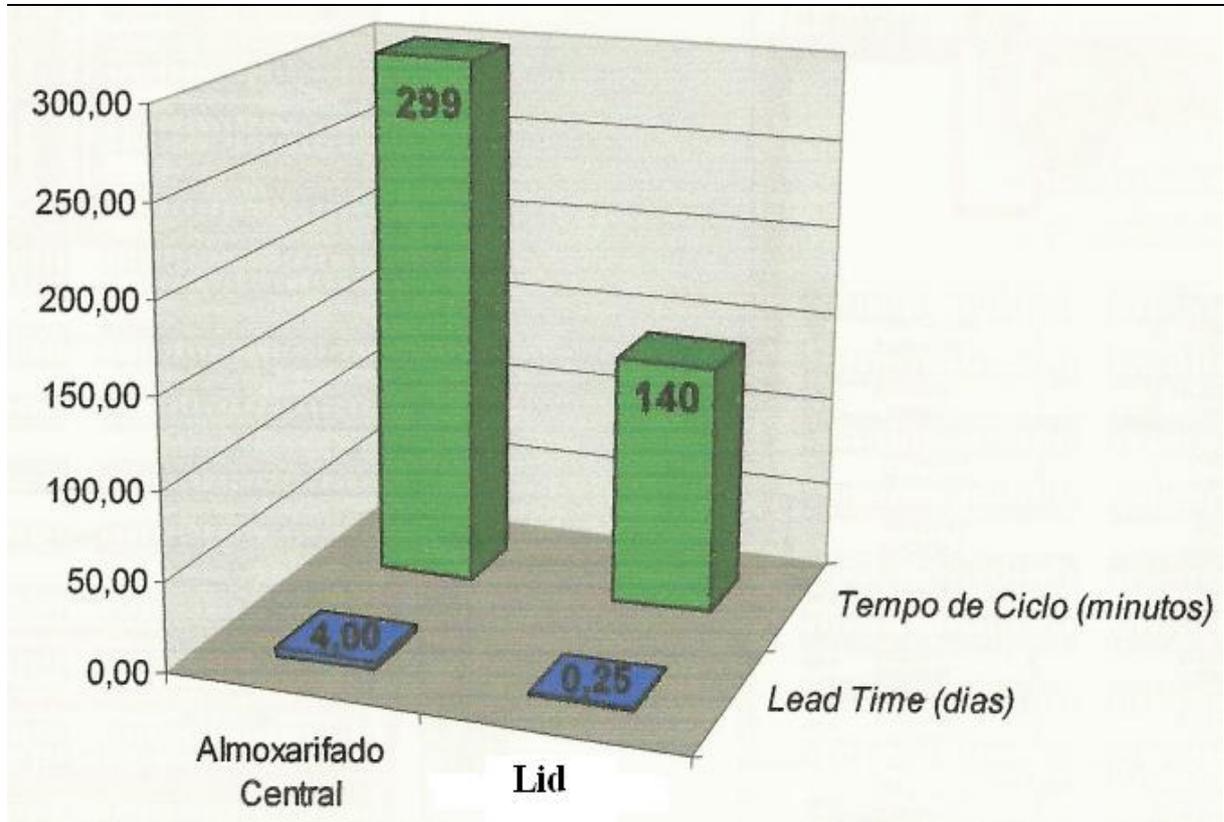
Os dados mostram uma melhora significativa, redução de 53% no tempo de ciclo e 93% no *lead time*, conforme ilustrado na Figura 28.

Figura 28 - Mapeamento do fluxo de valor futuro do lid.



✓ Resultados do Mapeamento de Fluxo de Valor

Figura 29 - Comparativo dos resultados do TC e LT



A melhoria da distância percorrida foi contabilizada medindo-se o deslocamento necessário dos operadores para separação das peças da pré-equipagem, para essa mensuração foi utilizado o método do diagrama de espaguete, acompanhando um operador em todo seu processo de picking, conforme análise da Figura 30, Figura 31 e Figura 32.

Na planta do almojarifado central um operador percorria aproximadamente 374 metros, e na planta do lid aproximadamente 58 metros. Este ganho foi ocasionado devido aos fatores:

- O almojarifado central possuía térreo e mezanino, já o lid somente térreo evitando subir e descer escadas;
- Estocagem por seguimentos, deixando próximos e seqüenciados os itens de cada montagem;
- Troca de dispositivo de Bin e prateleiras para *flow rack*, possibilitando a estocagem de materiais com tamanhos variados na seqüência de *picking*.

Figura 30 - *Lay out* do mezanino do almoxarifado central, diagrama de espagete do picking da montagem pré-equipagem.

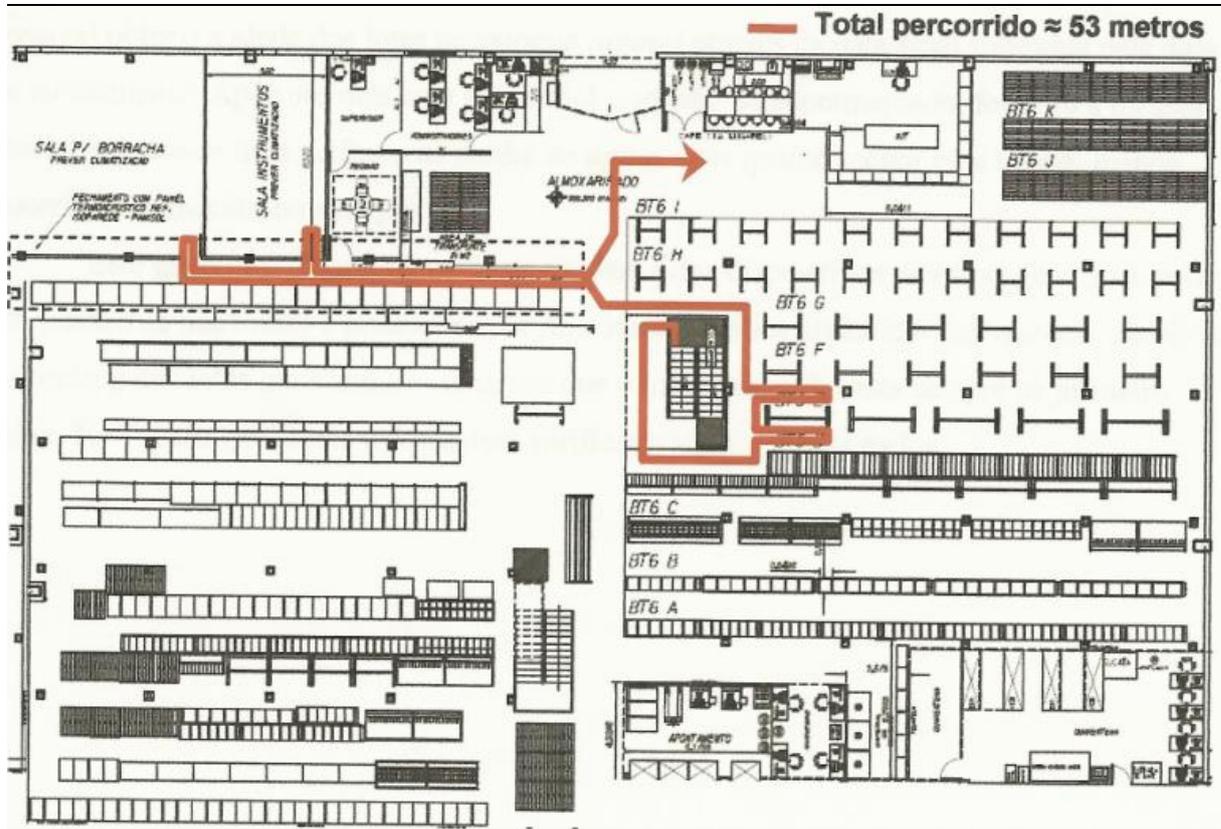


Figura 31 - Lay out do térreo do almoxarifado central, diagrama de espaguete do picking da montagem pr -equipagem.

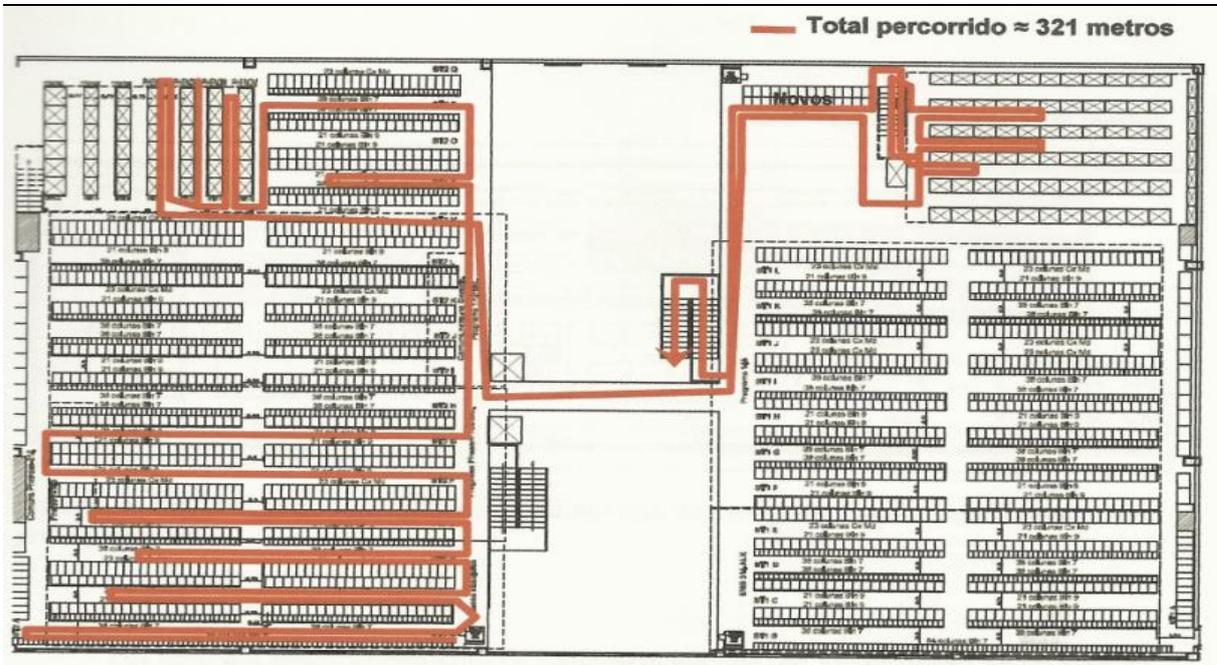
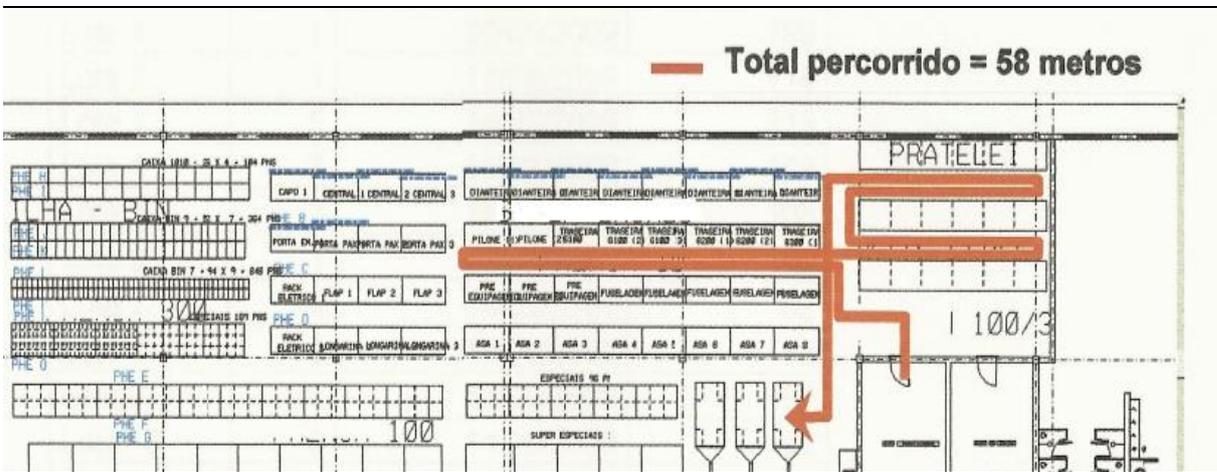


Figura 32 - Lay out do lid, diagrama de espaguete do picking da pr -equipagem.



Foi feito um acompanhamento da movimentac o de um PN utilizado na montagem pr -equipagem antes da transferência de local, foi criada uma Tabela na qual consta a rela o dos lotes existentes no estoque e a data que os mesmos foram recebidos, com estes dados foi possível obter a idade dos lotes no estoque (*aging*) através da data atual subtraída pela data de recebimento. Após um mês com o material estocado no lid, foi feita a mesma análise e notou-se uma melhora na m dia do *aging*, pois quanto menor essa m dia, menos material envelhecido no estoque.

Este ganho foi possível através da mudança dos dispositivos de estocagem, a troca de bin (caixas de marfinito) e prateleiras por *flow rack* (estantes dinâmicas deslizantes), auxiliaram no *picking* dos lotes mais antigos, uma vez que o lote mais velho esta sempre na primeira caixa. Na Tabela 1 e Tabela 2 é possível verificar a análise destes dados.

Tabela 1 - Análise do estoque de um PN estocado no almoxarifado central.

<b>Lote</b>	<b>Saldo</b>	<b>Data do Recebimento</b>	<b>Aging (dias)</b>
Lote 1	1	20/5/2011	199
lote 2	1	13/8/2011	114
Lote 3	5	14/8/2011	113
Lote 4	6	19/8/2011	108
Lote 5	3	19/8/2011	108
Lote 6	1	27/8/2011	100
Lote 7	9	14/9/2011	82
Lote 8	4	14/9/2011	82
Lote 9	11	14/9/2011	82
Lote 10	9	14/9/2011	82
Lote 11	8	16/10/2011	50
Lote 12	3	20/10/2011	46
<b>Média Aging (dias)</b>			<b>97</b>

Tabela 2 - Análise do estoque de um PN estocado no lid.

<b>Lote</b>	<b>Saldo</b>	<b>Data do Recebimento</b>	<b>Aging (dias)</b>
Lote 5	3	19/8/2011	108
Lote 6	1	27/8/2011	100
Lote 7	9	14/9/2011	82
Lote 8	4	14/9/2011	82
Lote 9	11	14/9/2011	82
Lote 10	9	14/9/2011	82
Lote 11	8	16/10/2011	50
Lote 12	3	20/10/2011	46
<b>Média Aging (dias)</b>			<b>79</b>

Alguns resultados qualitativos puderam ser realçados conforme mostra a Tabela 3, todas as atividades obtiveram uma melhora, exceto a estocagem, pois torna-se mais detalhada e com tempo de ciclo maior, uma vez que os materiais são estocados no lid, e quando possuem excesso, são transferidos para o setor de atacado. Já no almoxarifado central, o

material é estocado o máximo possível no mesmo local, quando não é possível troca-se o local de armazenagem para um dispositivo maior.

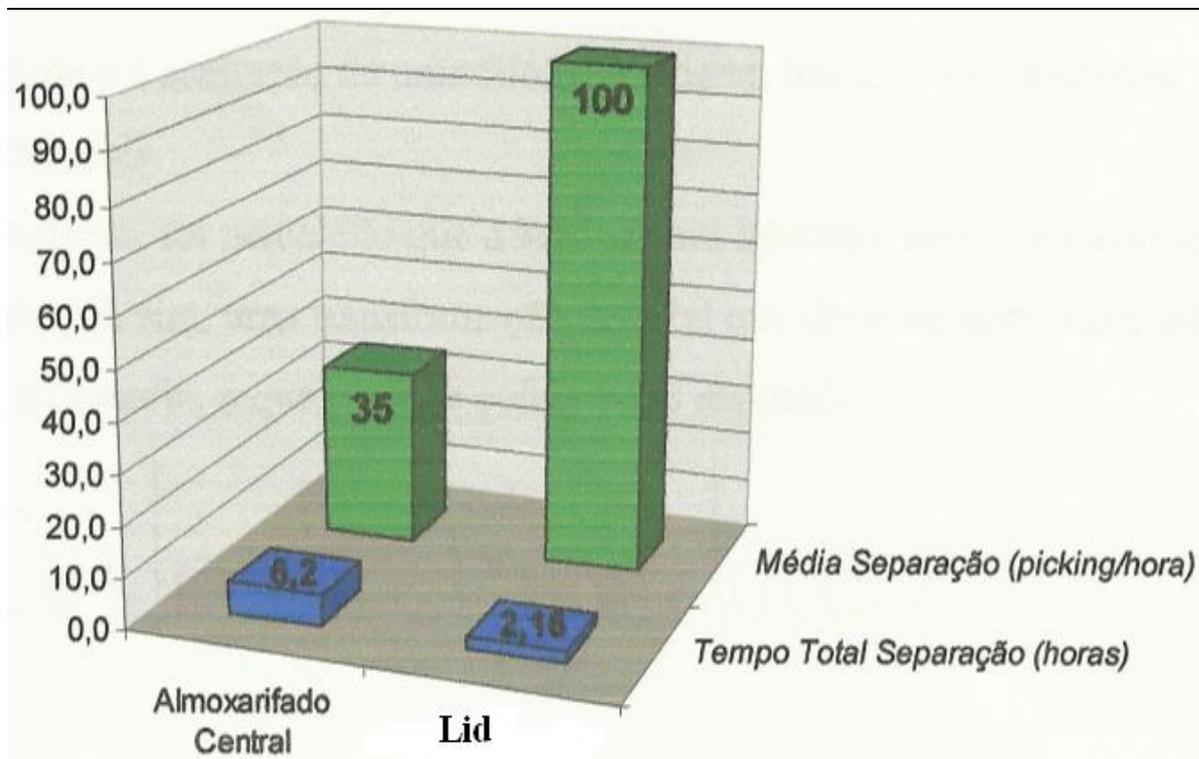
Tabela 3 - Resultado comparativo entre almoxarifado central e lid.

ATIVIDADES	ALMOXARIFADO CENTRAL	LID
Formação de Kits (Separação por OP)	Atividade que não agrega valor	Não existe
Gestão Visual do estoque	Não Existe	Muito boa
Organização de peças no local estocado	Constante procura do lote correto	Lote correto (fifó)
Processo de estocagem	Simples	Detalhado, sem excesso
Meio ambiente	Desperdício de embalagens plásticas	Caixa de KLT, embalando as peças

A produtividade é resultante de todas as alterações, melhorias e novos procedimentos, como mostra a Figura 33, foi obtido um aumento de produtividade de 53% no *picking* dos materiais da pré-equipagem efetuado no lid em relação ao efetuado no almoxarifado central. Antes um operador levava cerca de 6,2 horas para efetuar o *picking* de todos os materiais, agora é possível fazer em apenas 2,16 horas.

- ✓ Análise do Picking no almoxarifado (Central X Lid)

Figura 33 - Análise comparativa da produtividade de *picking* da pré-equipagem.



## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho focalizou os aspectos técnicos da introdução de um sistema enxuto, nesta abordagem foi possível desenvolver uma pesquisa detalhada das ferramentas que compõe a Manufatura Enxuta, para que no planejamento da instalação, os desperdícios fossem devidamente identificados e posteriormente eliminados.

O entendimento destas ferramentas permitiu a elaboração de um estudo da cadeia de fluxo de valor, por meio de análise comparativa entre o almoxarifado central e o lid, permitindo a obtenção de um modelo proposto devidamente enxuto.

Todos os tipos de desperdícios foram preventivamente abordados de maneira a serem reduzidos ou até mesmo eliminados.

Um ponto importante deste trabalho foi à transformação cultural no nível dos gestores, considerada uma das mais importantes na implantação de um sistema enxuto, pois a credibilidade e aceitação de uma filosofia exigem intensos treinamentos, começando pelos níveis gerenciais.

Portanto, foi percebido que a Manufatura Enxuta é muito mais do que um pacote de ferramentas. É sim, uma transformação cultural que deve ser bem planejada, para que seja atendida a filosofia, o que permite colher bons resultados.

## REFERÊNCIAS

- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2001. 593 p.
- BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamnto da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2006. 509 p.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2001. 594 p.
- FELD, W. M. **Lean Manufacturing: tools, techniques, and how to use them**. Florida:St.Lucie Press, 2000. 223 p.
- FLEURY, P.F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K.F. **Logística Empresarial: A Perspectiva Brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000. 376 p.
- GASNIER, D. G. **A dinâmica dos estoques: guia prático para planejamento, gestão de materiais e logística**. São Paulo: Imam, 2002. 316 p.
- GHINATO, P. **Produção e Competitividade: aplicações e Inovações**. Recife: UFPE, 2000. 101 p.
- JEFFREY K.; DAVID M. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007. 432 p.
- MOURA, R. A. **Armazenagem: do recebimento à expedição em almoxarifados ou centros de distribuição**. São Paulo: Imam, 1997. v. 2, 373 p.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção de Larga Escala – Porto Alegre**, 1997. 147 p.
- ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean institute Brasil, 2002. v. 1, 103 p.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: parte I**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999. 55 p.