

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

**ARMAZENAGEM DE PEÇAS EM UMA INDÚSTRIA AERONÁUTICA  
UTILIZANDO OS CONCEITOS DA MANUFATURA ENXUTA**

**PRISCILA FRATONI PEREIRA**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de  
Botucatu, para obtenção da aprovação do título  
de Tecnólogo em Logística e Transportes

Botucatu-SP

Junho - 2008

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

**ARMAZENAGEM DE PEÇAS EM UMA INDÚSTRIA AERONÁUTICA  
UTILIZANDO OS CONCEITOS DA MANUFATURA ENXUTA**

**PRISCILA FRATONI PEREIRA**

Orientador: Prof. Msc. João Fernando Blasi de Toledo Piza

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de  
Botucatu, para obtenção da aprovação do título  
de Tecnólogo em Logística e Transportes

Botucatu-SP

Junho - 2008

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por ter me capacitado e me sustentado não somente nesses anos de faculdade, mas pela vida toda.

Agradeço também aos meus pais e ao meu noivo pelo carinho e apoio me encorajando durante essa jornada.

Também deixo meus agradecimentos aos professores da faculdade, que com muita dedicação foram os responsáveis por mais uma etapa da minha concluída.

E por fim deixo meus agradecimentos a todos meus colegas e amigos que fiz durante a faculdade, em especial ao Francisco e ao Leandro, muita obrigada pela força e o apoio que vocês me deram no decorrer desses anos.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	IX
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Objetivos	02
1.2 Justificativa	02
2 REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1 Conceito logístico	04
2.1.1 Aplicações logísticas	04
2.2 Gestão da armazenagem	06
2.2.1 Estocagem	07
2.2.2 Separação de pedidos	07
2.2.3 Embalagem	08
2.2.4 <i>Layout</i>	10
2.3 Programação da produção	14
2.3.1 Sistema ERP	15
2.3.2 Sistema SAP	15
2.4 Produção enxuta	16
2.4.1 História da produção enxuta	16
2.4.2 Os cinco princípios da mentalidade enxuta	17
2.4.3 As sete categorias do desperdício	18
2.4.4 <i>Lead time</i>	19
2.4.5 Ferramentas da produção enxuta	20
2.4.6 Mapa do fluxo de valor	23
2.4.6.1 Selecionar uma família de produtos	25
2.4.6.2 Mapeamento da situação atual	25
2.4.6.3 Mapeamento da situação futura	27
2.4.6.4 Plano de melhorias	28

2.5 Estudo de caso	28
2.5.1 Histórico da empresa	28
2.5.2 Aviação comercial	29
2.5.3 Aviação de defesa	30
2.5.4 Aviação executiva	31
2.5.5 Unidade Botucatu	33
2.5.6 Estrutura organizacional da gerência de suprimentos	33
2.5.7 O almoxarifado	34
2.5.7.1 A origem dos materiais estocados no almoxarifado de peças	34
2.5.7.2 O processo de <i>picking</i>	35
2.5.7.3 O processo de formação de <i>kit</i>	36
3 MATERIAIS E MÉTODOS	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1 Mapeamento da situação atual	39
4.2 Mapeamento da situação futura	44
5 CONCLUSÕES	52
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

**LISTA DE FIGURAS**

Figura		Página
1	Escopo da logística empresarial	06
2	<i>Layout</i> em posição fixa	12
3	<i>Layout</i> por processo	13
4	<i>Layout</i> por produto	14
5	<i>Lead time</i> na logística	20
6	Alguns ícones definidos para mapeamento do fluxo de valor	24
7	Etapas do mapa do fluxo de valor	24
8	Mapa da situação atual utilizando a técnica de mapeamento do fluxo de valor	27
9	Aeronave modelo ERJ 145 XR	30
10	Aeronave modelo Super Tucano	31
11	Aeronave modelo <i>Phenom</i> 100	32
12	Estrutura organizacional da gerência de suprimentos	33
13	Procedimento para a entrada de peças no almoxarifado	35
14	Mapa do fluxo de valor dos processos de <i>picking</i> e formação de <i>kit</i>	40
15	Diagrama de <i>spaghett</i> atual do operador logístico no térreo	42
16	Diagrama de <i>spaghett</i> atual do operador logístico no piso superior	42
17	Diagrama de <i>spaghett</i> futuro do operador logístico no piso superior	46
18	Diagrama de <i>spaghett</i> futuro do operador logístico no térreo	46
19	Caixa modelo KLT	47
20	Caixa KLT com o dispositivo <i>poka-yoke</i>	49
21	Mapa do fluxo de valor do processo de <i>kitting</i>	50

**LISTA DE TABELAS**

Tabela		Página
1	Tempo de <i>picking</i> de uma peça	43
2	Gastos com embalagens descartáveis	43
3	Relatório A3 do projeto piloto	45
4	Investimento com embalagens retornáveis	48

## RESUMO

Este trabalho visa demonstrar os ganhos que as empresas podem alcançar aplicando os conceitos da produção enxuta. Problemas de movimentação, falta de padronização e realizações de atividades desnecessárias são constantemente encontradas nas empresas.

O trabalho realizado analisou, através do desenvolvimento de mapas de fluxo do valor os processos do almoxarifado de uma indústria aeronáutica, a fim de eliminar as atividades que não agregam valor ao produto. Além dos processos, o *layout* e as embalagens também foram estudados.

Alguns desperdícios pregados pela produção enxuta foram encontrados:

- Excesso de movimentação
- Espera
- Processos inadequados

Para combatê-los algumas ferramentas que a produção enxuta nos oferece foram utilizadas.

Os resultados encontrados foram:

- Redução de 86% da movimentação no processo de *picking*.
- Redução de 89% do tempo de conferência de um kit de peças.
- Redução de 91% do *lead time* do processo de separação de materiais.
- Recuperação do investimento com embalagens retornáveis em menos de 3 meses.

A aplicação dos conceitos da Produção Enxuta é uma ferramenta de grande valia na eliminação dos desperdícios dos processos.

Palavras-chave: Produção enxuta, *lead time*, movimentação, *layout*, embalagem



## 1. INTRODUÇÃO

A logística é uma das áreas de principal importância na empresa, integrando as demais áreas a fim de promover um melhor nível de serviço, ou seja, satisfazer as necessidades do cliente com um menor custo possível.

A integração dos processos de informação, transporte, armazenamento, manuseio de materiais e embalagens faz da logística uma área estratégica da empresa. O processo de armazenagem representa, em geral, a terceira força entre os direcionadores de custos logísticos, perdendo apenas para o transporte e igualando-se à manutenção de estoques (RAGO, 2002).

Através de uma eficiente administração da armazenagem é possível à otimização da movimentação e da utilização do armazém, a redução de estoques, o atendimento rápido ao cliente e à linha produtiva, a precisão e acuracidade das informações. Com isto é possível diminuir custos, melhorar a integração do processo de armazenagem com os demais processos da empresa.

Uma forma para atingir essa eficiência é a utilização dos conceitos da produção enxuta. O termo Produção Enxuta foi criado por Taichi Ohno para descrever o Sistema Toyota de Produção, esse sistema vem sendo aplicado desde o final da Segunda Guerra Mundial nas fábricas automobilísticas da Toyota no Japão. Aplicados à armazenagem e movimentação de materiais a produção enxuta vem para desfazer o paradigma de que não é possível eliminar os desperdícios e os altos custos desses processos.

A manufatura enxuta tem como princípio enxergar o processo no todo para que possa identificar em quais processos estão ocorrendo as falhas e da maneira mais simples possível corrigi-las. Uma das ferramentas utilizadas é o mapa do fluxo de valor, que nada mais é que uma representação visual dos fluxos de materiais e informações para uma família de produtos. Serve para analisar o funcionamento sistêmico de um fluxo de valor e esboçar estados futuros melhores.

Contudo para se obter os resultados esperados é necessário as empresas não medirem esforços para identificar e eliminar as falhas do processo, o sistema exige disciplina, padronização e rigor na sua implementação.

## 1.1 Objetivos

O trabalho tem como objetivo estudar e analisar um caso prático de reestruturação das formas de armazenagem a fim de reduzir o *lead time* do processo de separação de materiais em 91% e padronizar as atividades e os dispositivos de acondicionamento das peças, utilizando conceitos e ferramentas da manufatura enxuta, visando eliminar ou reduzir todas as atividades envolvidas que não agregam valor ao produto final, identificando os desperdícios para reduzir os custos referentes à armazenagem. O estudo tem como objetivo mostrar os ganhos em lucratividade com a redução dos custos com embalagens descartáveis e os ganhos em produtividade através da redução do tempo de atividades desnecessárias realizadas pelo operador montador e logístico.

## 1.2 Justificativas

A empresa em estudo está com uma crescente demanda de seus produtos e os métodos de produção e logística em geral, não atendem de maneira eficaz o aumento da demanda.

Na maioria dos processos tanto logísticos como industriais é encontrada uma grande quantidade de atividades que não agregam valor ao produto, operadores logísticos realizando movimentação desnecessária, operadores montadores deixando de produzir para conferir *kit* de peças, falta de otimização das embalagens gerando custos desnecessários

A reestruturação dos métodos de trabalho que dê condições à empresa de gerenciar seus processos de um modo adequado, tornando eficiente sua movimentação e seus recursos, é de fundamental importância para a competitividade no mercado e satisfação dos seus clientes.

Pelos motivos citados o estudo visa demonstrar como as empresas podem obter vantagens competitivas com a implantação do Sistema de Produção Enxuta em seus processos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

## 2.1 Conceito logístico

Diversos autores atribuem diferentes significados a palavra logística, segundo Fleury (1999) a palavra logística é oriunda do verbo *loger*, palavra francesa que significa alojar e teve sua origem na Segunda Guerra Mundial, como um setor estratégico, cuja finalidade consistia em fazer o planejamento militar, que compunha o estudo do adversário, a definição das frentes de batalha, a movimentação e o deslocamento das tropas.

Trazendo o termo logístico para o âmbito empresarial, a logística estuda como a administração pode prover melhor nível de rentabilidade aos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através do planejamento, organização e controle efetivos para as atividades de movimentação que visam facilitar o fluxo de produtos (BALLOU, 1993).

É de responsabilidade das empresas proverem serviços de qualidade afim de diminuir a distância entre os fornecedores e os consumidores, entregando-lhes bens e serviços quando e onde necessitarem e nas condições físicas que desejarem.

### 2.1.1 Aplicações logísticas

A logística envolve todas as atividades de armazenagem e movimentação do produto, desde a sua fabricação ou produção até o uso pelo cliente.

Sendo assim a atividade logística vem sendo revista e reformulada a cada dia. Nessa visão a logística não se restringe apenas ao campo da administração, mas também nas áreas de engenharia, vendas entre outros, pois a melhor eficiência na armazenagem e movimentação de materiais só se alcança com menor uso de energia, diferencial fundamental quando se visa redução de custos. Nesse contexto, há de se incluir a tecnologia da informação, que se tornou um pressuposto essencial à logística, propiciando acessos e rapidez na transmissão e processamento das informações.

Segundo Fleury (1999), o transporte é a principal atividade da logística, mas não a única. A movimentação dos produtos nos pátios ou docas, assim como a sua eventual guarda intermediária, fazem parte da logística.

A armazenagem e a movimentação de materiais são responsáveis pelas maiores despesas logísticas das empresas.

Bowersox e Closs (2001) relatam que os custos de manutenção de estoque e de transporte representam de 80% a 90% de todas as despesas logísticas. O primeiro é o custo incorrido para manter o estoque disponível, sendo composto pelo custo de capital, impostos, seguro, obsolescência e armazenamento. Já o custo de transporte é incorrido para colocar o produto onde o cliente deseja, incluindo o frete e suas despesas complementares, além dos custos não cobertos pelas transportadoras e dos respectivos custos de administração.

Portanto a atividade logística visa controlar e otimizar os fluxos de informações e o fluxo físico entre os elos da cadeia de suprimentos, dentro de objetivos estratégicos definidos, gerando vantagens competitivas e diminuindo desperdícios ao longo de toda a cadeia (BOWERSOX e CLOSS, 2001). A figura 1 faz uma breve descrição das atividades logísticas.

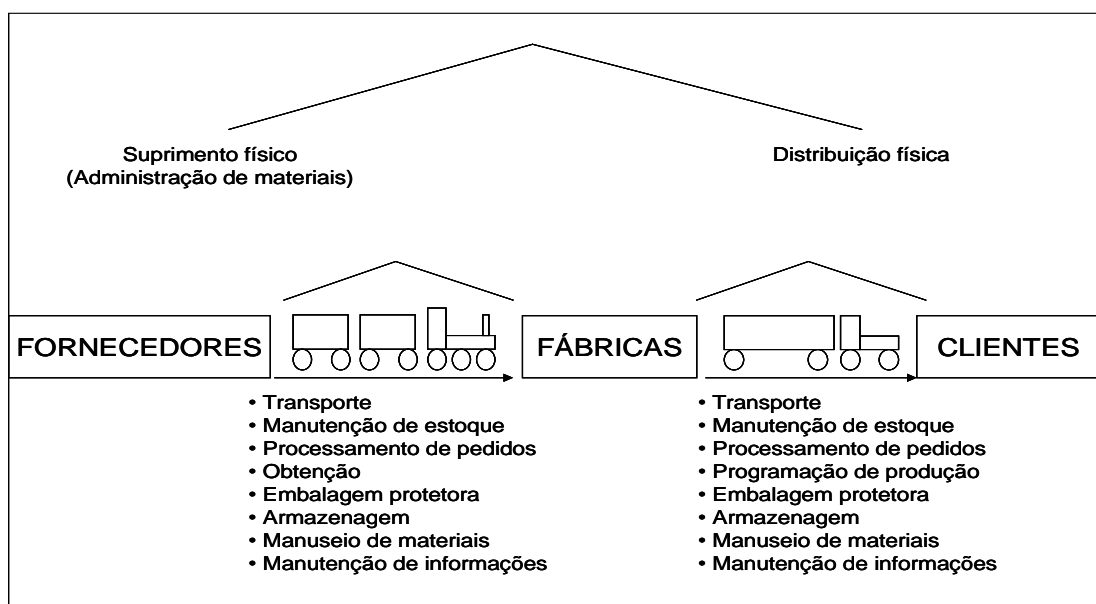


Figura1.Escopo da logística empresarial.  
Fonte: Ballou, R., 1993.

## **2.2 Gestão da armazenagem**

Segundo Moura (2005) armazenagem é a denominação universal e ampla que inclui todas as atividades de um ponto destinado a guarda temporária e a distribuição de materiais.

Para Banzato et al. (2003) o principal objetivo da armazenagem é a administração do espaço e do tempo.

Segundo Moura (2005) os objetivos da armazenagem são o máximo aproveitamento dos espaços, a utilização efetiva da mão-de-obra, acesso fácil e movimentação eficiente a todos os materiais, máxima proteção e boa qualidade de armazenagem .

Conforme abordagem de Dias (1996), a armazenagem de material deve ser feita segundo determinados preceitos e regras básicas, cuja aplicação deve considerar não somente os aspectos internos e as peculiaridades de cada almoxarifado, mas também a natureza e o tipo dos materiais cujas características de tamanho, peso, forma, dimensão, uso, que exijam na maior parte das vezes soluções individuais de estocagem.

Em fim, o que se procura, através de normas de armazenagem, é aumentar a eficiência do processo de estocagem, traduzindo, em expressões máximas o seu rendimento e em expressões mínimas os seus custos.

### **2.2.1 Estocagem**

Segundo Banzato et al. (2003) o processo de estocagem é fundamental na manutenção da organização de um armazém, bem como na otimização da produtividade operacional. É por meio de um processo de estocagem que podemos contar com uma boa ocupação do espaço, boa utilização dos recursos operacionais, otimização do tempo do pessoal

operacional e facilidade no processo de separação de pedidos, entre inúmeros outros benefícios.

Conforme abordagem de Dias (1996), a estocagem do material deve ser feita segundo determinados preceitos e regras básicas, cuja aplicação deve considerar não somente os aspectos internos e peculiares de cada almoxarifado, mas também a natureza e o tipo dos materiais cujas características de tamanho, peso, forma, dimensão e uso, exijam na maior parte das vezes soluções individuais de estocagem.

O objetivo primordial da estocagem é utilizar o espaço nas três dimensões, comprimento, largura e altura da maneira mais eficiente possível.

### **2.2.2 Separação de pedidos**

Para Moura (2005) separação de pedidos é a atividade pela qual um pequeno número de unidades é extraída de um sistema de armazenagem para satisfazer a um determinado número de pedidos de clientes.

Assim, a separação de pedidos pode consistir desde a remoção de itens pesados usando dispositivos apropriados como pontes rolantes, até os itens mais comuns de pequeno e médio porte que necessitam apenas de esforço físico do operador.

Segundo Moura (2005) há algumas formas rápidas de melhorar a produtividade da separação de pedidos:

- Eliminar e combinar operações quando possível.
- Designar itens populares aos locais mais acessíveis no armazém.
- Agrupar itens que, provavelmente, serão solicitados juntos.
- Estabelecer áreas separadas de remessa e reserva.
- Agrupar pedidos em lotes de clientes para reduzir os tempos de viagem.
- Colocar em seqüências as visitas aos locais de separação.
- Organizar os documentos de separação.
- Projetar veículos de separação para minimizar o tempo de sortimento e erros, para maximizar o conforto do separador.
- Selecionar o melhor equipamento a movimentação.

A satisfação do pedido é o propósito operacional da função de armazenagem. Tradicionalmente, encontrar, recolher, conferir e embalar os itens do armazém em pedidos acurados são atividades críticas e de alto custo (MOURA, 2005).

### **2.2.3 Embalagem**

Para a logística a embalagem é um item de fundamental importância, possui relacionamento em todas as áreas, e é essencial para atingir o objetivo logístico de disponibilizar as mercadorias no tempo certo, nas condições adequadas e ao menor custo possível.

Dependendo do foco em que está sendo analisado, o conceito de embalagem pode variar. Para um profissional da área de distribuição, a embalagem pode ser classificada como uma forma de proteger o produto durante sua movimentação, enquanto que para um profissional de *marketing* a embalagem é muito mais uma forma de apresentar o produto, visando atrair os clientes e aumentar as vendas, do que uma forma de protegê-lo.

Um conceito mais abrangente proposto por Moura e Banzato (2000) faz referência à embalagem como um conjunto de artes, ciências e técnicas utilizadas na preparação das mercadorias, com o objetivo de criar as melhores condições para seu transporte, armazenagem, distribuição, venda e consumo, ou alternativamente, um meio de assegurar a entrega de um produto numa condição razoável ao menor custo global.

Confirmando o conceito citado por Moura e Banzato, Ballou (1993) cita que a embalagem tem como objetivo facilitar o manuseio e a armazenagem, promover melhor utilização do equipamento de transporte, proteger e facilitar o uso do produto e prover valor de reutilização para o consumidor.

Segundo Moura (2005) ou a embalagem é adequada ao sistema de movimentação disponível, ou é necessária à adequação do sistema a embalagem.

A interação da embalagem com as operações logísticas, devem iniciar-se no planejamento da embalagem, pois nesta etapa são definidos aspectos fundamentais como, dimensões, tipo de material, custo e padronização das embalagens, que irão influenciar em todo o processo.



Estes aspectos são fundamentais para o planejamento e eficiência no armazenamento e transporte dos produtos, caso a embalagem não seja planejada de acordo com os recursos existentes, máquinas, movimentação, espaço físico e transporte, será necessário adequar todos os recursos à embalagem.

Há um conflito no planejamento da embalagem, por interferir em diversas áreas da empresa, e ter grande representatividade nos custos. Neste sentido, Moura e Banzato (2000) estabelecem cinco critérios básicos para desenvolver uma embalagem: função, proteção, aparência, custo e disponibilidade.

A falta de planejamento, ou um planejamento deficiente podem levar a ocorrência de graves problemas, desde o aumento do custo por um super dimensionamento da embalagem, que torna o transporte e armazenagem mais cara, até à deterioração da embalagem e do produto.

Segundo Moura e Banzato (2000) ao se falar em padronização de embalagens, na maioria das vezes refere-se à padronização das dimensões, e não do material. Isto porque são estas as características que influenciam na capacidade do equipamento de movimentação, e não o tipo de material utilizado na fabricação.

A redução da variabilidade de embalagens facilita o armazenamento, manuseio e movimentação dos materiais, reduzindo o tempo de realização destas tarefas, por proporcionar uma padronização destes métodos, dos equipamentos de movimentação e de armazenamento. Além da redução do tempo, outra vantagem da padronização é a redução de custos.

A embalagem proporciona a proteção necessária ao produto durante o processo de armazenagem, assegurando sua integridade, pode proporcionar melhor utilização do espaço nos armazéns, e facilitar a identificação e separação dos produtos, evitando re-trabalho. A embalagem tem interação com todas as funções da logística, armazenamento, manuseio, movimentação de materiais, e transporte. Desta interação com as funções logísticas, pode-se conseguir redução de custos, de tempo na entrega final do produto, redução de perdas, e aumento do nível de serviço ao cliente.

#### **2.2.4 *Layout***

O *layout* dentro de uma empresa é um fator de extrema importância, é necessário planejamento e integração dos produtos, equipamentos e instalações, a fim de obter um relacionamento eficiente e econômico.

Para Dias (1996) o *layout*, arranjo físico, é a disposição de homens, equipamentos e produtos, que permite integrar o fluxo de materiais e a operação dos equipamentos de movimentação para que a armazenagem se processe dentro do padrão máximo de economia e rendimento.

O *layout* de um armazém tem por objetivo, garantir a utilização máxima do espaço físico, proporcionar movimentação de materiais da forma mais eficiente, permitir estocagem mais econômica, minimizando as despesas de equipamento, espaço, danos no material e mão-de-obra, proporcionar a máxima flexibilidade do sistema, atender as necessidades de mudança de estocagem e movimentação e permitir a boa organização do armazém (MOURA,1997).

Slack et al.(1997) cita alguns motivos práticos para mostrar a importância do arranjo físico para a produção, o qual podemos adaptar para o sistema de armazenagem:

- Atividade difícil e de longa duração devido ao tamanho dos materiais a serem estocados e transportados.
- Arranjo físico de estocagem interrompe o fluxo de materiais provocando perdas de produção
- Construção do arranjo físico de forma inadequada podendo levar a padrões de fluxos excessivamente longos ou confusos.
- Estoque excessivo de materiais
- Filas de usuários ao longo da operação
- Tempos de processamento longos e operações inflexíveis.

Portanto pode-se verificar que o *layout* é um sistema totalmente dinâmico. Qualquer alteração como inclusão de novos produtos, redução de mão-de-obra, variação na demanda ou qualquer problema como ambiente de trabalho inadequado, condições inseguras de trabalho e manuseio excessivo, devem ser informados para que o *layout* seja revisto.

Assim, o projeto de um arranjo físico deve considerar inicialmente o que se pretende conseguir com o mesmo. Neste caso, há necessidade inicialmente de compreender muito bem os objetivos estratégicos da produção e a participação do fluxo de materiais no processo.

Segundo Moura (2005) existem três tipos clássicos de *layout* e em cada uma dessas três diferentes situações de *layout*, a movimentação exerce influência fundamental.

O primeiro tipo de *layout* é o por posição física, onde geralmente os produtos estocados são relativamente grandes, a quantidade é relativamente pequena e o processo é relativamente simples.

Neste tipo de *layout*, o material permanece parado enquanto que o homem e o equipamento se movimentam ao redor. Atualmente, sua aplicação se restringe principalmente a caso onde o material, ou o componente principal, é difícil de ser movimentado, sendo mais fácil transportar equipamentos, homens e componentes até o material imobilizado. É o caso típico de montagem de grandes máquinas, montagens de navios, de prédios, barragens e grandes aeronaves. A figura 2 ilustra o *layout* em posição fixa.

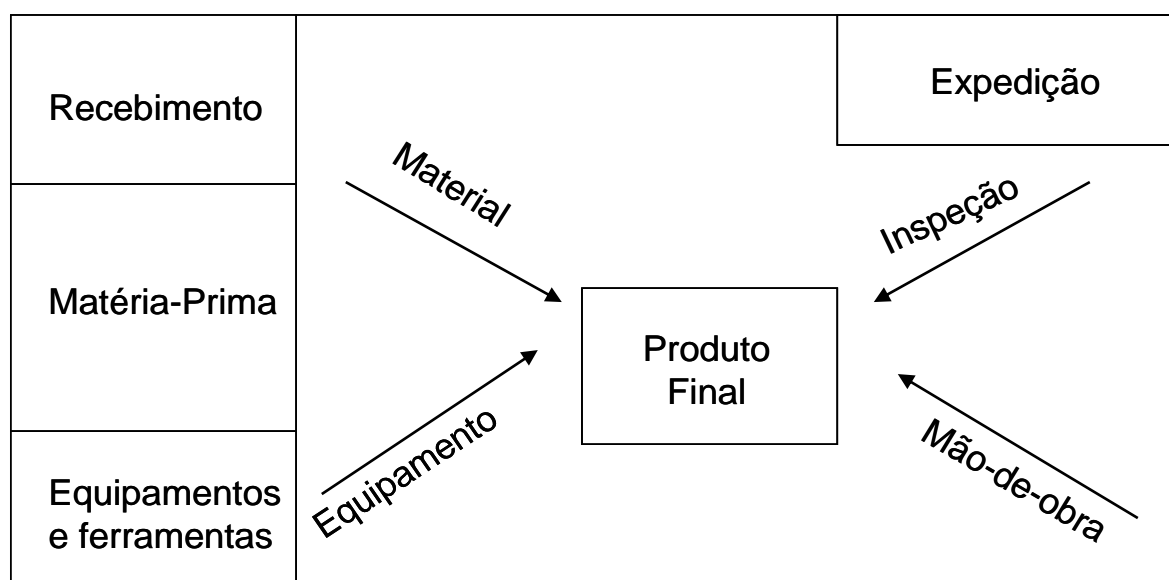


Figura 2. *Layout* em posição fixa.  
Fonte: Moura, R., 2005.

O segundo tipo de *layout* é o por processo ou funcional, onde os produtos são relativamente diversificados, a quantidade é moderada ou pequena e o processo é predominante ou caro.

No *layout* por processo, máquinas e ferramentas são agrupadas funcionalmente de acordo com o tipo geral de processo de manufatura como, tornos em um departamento, furadeiras em outro, injetoras de plástico em outro e assim por diante, ou seja, o material se movimenta através das áreas ou departamentos, como demonstrado na figura 3. Este tipo de arranjo é adotado geralmente quando há variedade nos produtos e pequena demanda. É o caso de fabricação de tecidos e roupas, trabalho de tipografia e oficinas de manutenção.

Em virtude dos *layout's* funcionais precisarem realizar uma grande variedade de processos de manufatura, são necessários equipamentos de fabricação de uso genérico. Trabalhadores devem ter nível técnico relativamente alto para realizar várias tarefas diferentes.

A vantagem desse tipo de *layout* é a sua capacidade de fazer uma variedade de produtos. Cada peça diferente que requer sua própria seqüência de operações pode ser direcionada através dos respectivos departamentos na ordem apropriada. Os roteiros operacionais são usados para controlar os movimentos de materiais. Empilhadeiras e carrinhos manuais são utilizados para transportar materiais de uma máquina para outra.

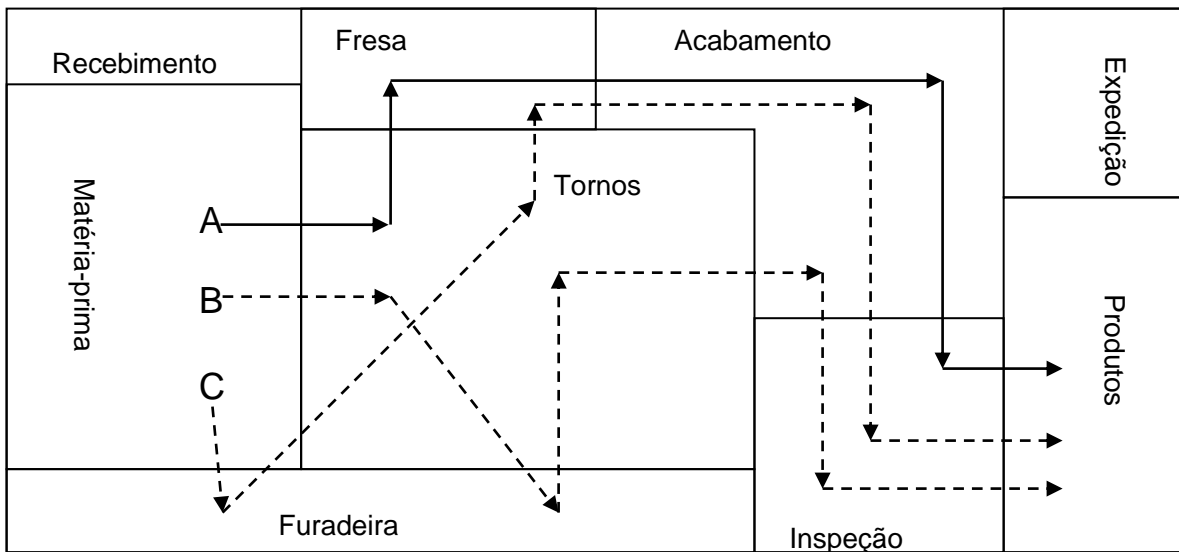


Figura 3. *Layout* por processo.  
 Fonte: Moura, R., 2005

O terceiro tipo é o *layout* por produto, onde os produtos ou famílias de materiais são relativamente padronizados, a quantidade é relativamente alta e o processo é relativamente simples.

Esse *layout* tem uma disposição fixa orientada para o produto. Os postos de trabalho são colocados na mesma seqüência de operações que o produto será trabalhado. A figura 4 ilustra o funcionamento do *layout* por produto.

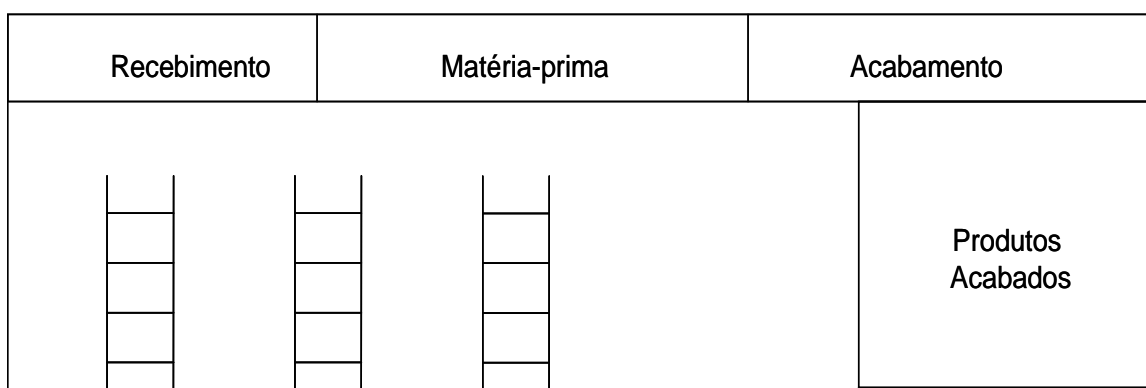


Figura 4. *Layout* por produto.

Fonte: Moura, R., 2005.

Entretanto a maioria das situações reais apresentam *layout's* mistos pois geralmente as empresas possuem processos diversificados em que a escolha de apenas um *layout* não atende suas necessidades.

Moura (1997) cita que os *layout's* que minimizam o volume de estocagem são diferentes daqueles que minimizam a distância de movimentação, tornando necessário o uso de *layout's* mistos para minimizar os custos globais operacionais.

O planejamento de um *layout* é aconselhável a qualquer empresa. Com um bom arranjo físico obtêm-se resultados extraordinários na redução de custos de operação e no aumento da produtividade e eficiência.

## **2.3 Programação da produção**

A programação da produção é um sistema de informações que gerencia a produção do ponto de vista das quantidades a serem elaboradas de cada tipo de bem ou serviço e o tempo necessário para sua execução. O ato de produzir decorre destas informações, mediante o acionamento do sistema de produção, transforma as entradas em saídas. Quando se menciona a integração de um sistema de produção quer se designar um trabalho, além de harmônico, direta e automaticamente conectado desde a demanda até a expedição das saídas.

### **2.3.1 Sistema ERP**

Segundo Souza (2000) o ERP (*Enterprise Resource Planning*) é um pacote de *software* de negócios que permite a uma empresa automatizar e integrar a maioria dos seus processos de negócio, compartilhar práticas e dados comuns através de toda a empresa, produzir e aceder a informações num ambiente de tempo real. Os módulos de um ERP podem ser capazes de interagir com outros sistemas da organização. O objetivo principal de um sistema ERP é o controle total sobre toda a cadeia de valores.

### **2.3.2 Sistema SAP**

A empresa SAP (*Systems, Applications and Products*) foi fundada em 1972 na Alemanha por cinco engenheiros da IBM (*International Business Machines*). O seu sistema R/3 foi otimizado para gerir os processos de produção, gestão, logística e recursos humanos. É considerada a maior empresa fornecedora de ERP a nível mundial.

Conforme Gurovitz (1998) o sistema SAP R/3 é baseado numa aplicação cliente/servidor e utiliza o modelo de 3 camadas. Utiliza uma linguagem de programação proprietária chamada ABAP (*Advanced Business Application Programming*), é uma linguagem de 4ª geração e permite criar facilmente programas prestigiosos. O SAP R/3 oferece também um ambiente de desenvolvimento onde os programadores poderão modificar código SAP existente ou criar novos códigos

## **2.4 Produção enxuta**

### **2.4.1 História da produção enxuta**

Após a Primeira Guerra Mundial, Alfred Sloan, da General Motors e Henry Ford, da Ford Motors, revolucionaram as mudanças da produção artesanal para a então chamada produção em massa.

Na produção artesanal os trabalhadores eram altamente qualificados, as ferramentas de trabalho eram simples, mas altamente flexíveis e produziam exatamente como o cliente desejava, na maioria das vezes itens exclusivos para cada cliente.

Por sua vez na produção em massa os profissionais que trabalhavam no projeto do produto eram extremamente especializados, enquanto que os operadores que produziam o veículo não possuíam a menor qualificação, as máquinas eram robustas, mas totalmente inflexíveis, projetadas para desempenhar uma única tarefa. Por isso a fábrica da Ford possuía apenas um modelo de veículo, o então chamado “Modelo T”.

Com essa única linha de produto os consumidores ganhavam em economia, mas perdiam na variedade do produto.

Após a Segunda Guerra Mundial o Japão era um país totalmente devastado pela guerra e para se reerguer economicamente necessitava de produtos de qualidade, com preços competitivos no mercado.

Assim, em meados de 1950, os diretores e engenheiros da Toyota Motors Company, realizaram uma visita de doze semanas à fábrica da Ford para estudar como poderiam aplicar os conceitos de produção em massa utilizados pela Ford em suas fábricas. No entanto após a visita notaram as possibilidades de melhorias e o quanto poderiam evoluir do sistema de produção em massa.

Surge então a *Toyota Production System*, mais conhecida com o termo Produção Enxuta onde o engenheiro Taichi Ohno vê a necessidade de produzir pequenas quantidades em diferentes modelos afim de atender as necessidades de seus clientes.

O termo Produção Enxuta é baseado na identificação dos desperdícios e na criação de uma série de ferramentas afim de combatê-los. A Toyota iniciou o seu processo procurando eliminar os desperdícios nas áreas de processamento, qualidade e transporte, após essa etapa identificou e eliminou os desperdícios de estocagem, a fim de reduzir os estoques em processo ao longo da linha de produção.

Entre as décadas de 1960 e 1970 o sistema de produção da Toyota se expandiu por todo o Japão e o seu sucesso chegou até os Estados Unidos por meios das



importações automobilísticas. No final da década de 1970 o sistema é introduzido nos Estados Unidos por alguns empresários.

Como o termo “Sistema Toyota de Produção” estava diretamente ligado a um montador, surge a necessidade dos americanos em criar um novo termo para esse sistema. Então em 1990 James Womack um consultor de produção escreve o livro “A máquina que mudou o mundo”, um livro clássico da produção que ficou conhecido no mundo todo, nesse livro ele cita o Sistema Toyota de Produção com o termo “*Lean Manufacturing*”, termo que se popularizou e hoje em dia é utilizado em todo ocidente.

#### **2.4.2 Os cinco princípios da mentalidade enxuta**

A Mentalidade Enxuta é um conceito criado por James Womack e Daniel Jones para denominar uma filosofia de negócios baseada no Sistema Toyota de Produção que olha com detalhe para as atividades básicas envolvidas no negócio e identifica o que é o desperdício e o que é o valor a partir da ótica dos clientes.

O pensamento enxuto é definido por Womack (1996) em cinco princípios básicos:

- Especificar o valor: o valor só pode ser definido pelo cliente final, é este valor que determina quanto dinheiro o cliente pode e quer pagar pelo produto ou serviço. É expresso em termos de um produto específico que atenda as necessidades de um cliente específico.
- Identificar o fluxo: é o conjunto de todas as atividades para se levar um produto específico a passar pelas tarefas gerenciais críticas de desenvolvimento, gerenciamento da informação e transformação física. É a cadeia inteira do ciclo de vida de um produto, desde a matéria-prima até o produto final.
- Fluxo: constituir um fluxo onde o produto nunca pare no processo de produção, se comportando de maneira contínua e sem interrupção, onde cada processo de produção é completamente sincronizado com os outros processos.
- Sistema de produção puxado: é fazer o que os clientes precisam no momento certo, permitindo que o produto se já puxado quando necessário.

- Perfeição: fazer os quatro princípios anteriores interagirem em um processo contínuo na eliminação dos desperdícios, estimulando a transparência para que todos os envolvidos possam ter uma visão geral do sistema e descubram melhores formas de criar valor.

Os resultados obtidos com a implantação dos princípios do pensamento enxuto geralmente implicam em um aumento da capacidade de oferecer os produtos que os clientes querem, na hora que eles querem, nos preços que eles estão dispostos a pagar, com custos menores, qualidade superior, *lead times* curtos, garantindo assim uma maior rentabilidade ao negócio.

### **2.4.3 As sete categorias do desperdício**

Desperdício é qualquer coisa além do mínimo de equipamentos, materiais, peças, espaço e tempo do operador que sejam absolutamente essenciais para agregar valor ao produto.

Segundo Shingo (1996) a teoria do Sistema Toyota de Produção é sustentada na eliminação contínua dos desperdícios e no aumento da produtividade, visando assim à eliminação dos custos desnecessários.

A eliminação total dos desperdícios é o principal objetivo do Sistema Toyota de Produção, nesse sentido Womack et al.(1997) descrevem esses desperdícios em sete categorias:

- Excesso de produção: produzir itens para os quais não haja pedidos, aumentando o inventário e tendo um custo excessivo com transporte de materiais.
- Espera: longos períodos de ociosidade de peças, pessoas e informação, resultando em um tempo extenso de produção.
- Transporte excessivo: movimento em excesso ou desnecessário de peças e pessoas, resultando em investimento desnecessário de capital, tempo e energia.
- Processos inadequados: utilização errada de procedimentos e sistemas, geralmente quando uma abordagem mais simples pode ser mais efetiva.

- Excesso de estoque: armazenamento excessivo de matéria-prima, produtos acabados ou em processo, resultando em custos excessivos e materiais obsoletos.
- Movimentação desnecessária: falta de organização do ambiente de trabalho por falta de padronização e métodos inconsistentes, gerando excesso de movimentação na busca de ferramentas e materiais.
- Produtos defeituosos: problemas freqüentes nos roteiros de fabricação, na qualidade do produto ou no transporte inadequado, gerando inspeções, reparos e re-trabalhos.

#### 2.4.4 Lead time

Em uma visão de processos o *lead time*, é o tempo que se leva para que um serviço ou operação seja completamente executado, desde sua solicitação até sua entrega. Segundo Bowersox et al. (2006) as empresas que reduzem o *lead time* e controlam ou eliminam variâncias inesperadas na produção, têm mais flexibilidade para satisfazer as necessidades dos clientes ao mesmo tempo em que conseguem reduzir os custos. A figura 5 demonstra como é evidenciado o *lead time* nos processos logísticos.

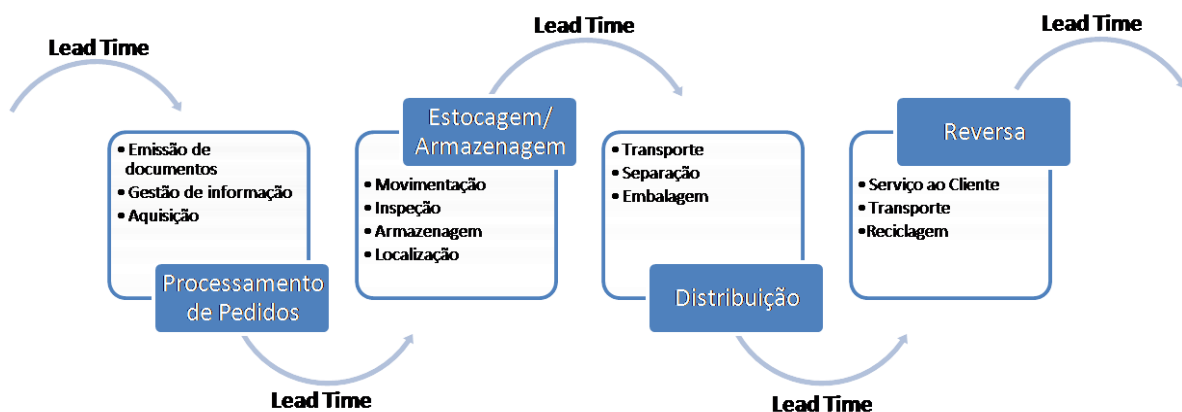


Figura 5. *Lead time* na logística.

Fonte: Lambert, D, 1998.

### 2.4.5 Ferramentas da produção enxuta

Na análise dos princípios da produção enxuta constata-se uma grande variedade de ferramentas para a administração e controle dos processos produtivos. Algumas dessas ferramentas necessitam de condições específicas para que sejam implementadas, enquanto que outras se aplicam facilmente a qualquer ambiente produtivo. Womack (1996) e Shingo (1996), ALVES (2001) , descrevem algumas delas:

- **Células de manufatura:** É o arranjo físico de máquinas e equipamentos que devem ser definidos de acordo com o fluxo de operações necessárias para a fabricação ou montagem do produto. Visa à otimização do transporte entre os equipamentos, à máxima utilização da mão-de-obra com o operador multifuncional, a redução de estoques em processo, a redução no tempo de fila e a redução no tempo de *set-up*. Com as células de manufatura o abastecimento de material é facilitado e há maior comunicação entre os operários, tornando mais rápida a identificação dos problemas.
- **Operários multifuncionais:** Os operários em um sistema enxuto são responsáveis pela qualidade do produto e pela eliminação dos desperdícios. Com o arranjo físico organizado de maneira celular, os operários são treinados a trabalhar em funções diferentes, ficando responsáveis pelo produto em seu todo e não apenas em aspectos específicos, buscando continuamente a eliminação dos desperdícios.
- **Sistema de controle *kanban*:** *Kanban* é um termo japonês que significa cartão. Em um sistema de produção enxuta as informações de produção são controladas por esse cartão, que pode ser um cartão físico que circula com as informações entre os centros produtivos, como pode ser um cartão eletrônico, onde há movimentação é realizada por meios eletrônicos. O cartão tem a função de disparar a produção ou a movimentação pelos centros produtivos presentes no processo, coordenando a produção de acordo com a demanda de produção.
- **Produção puxada:** A produção é realizada conforme a necessidade real do cliente e não de acordo com a previsão de consumo. Isto porque, na maioria das vezes esses dois fatores são diferentes, acarretando produção desnecessária e excesso de estoques.

- **Nivelamento de produção:** Busca-se através do nivelamento produzir conforme a necessidade do cliente, diminuindo o tamanho dos lotes, por meio de redução nos tempos de *set-up*, pois a flutuação nos fluxos dos produtos faz aumentar os desperdícios, isso porque operários, equipamentos e estoques devem estar preparados para momentos de super produção. Os ganhos alcançados com o nivelamento da produção é a redução dos estoques sem a perda de flexibilidade do sistema produtivo.
- **Mecanismo de prevenção às falhas ou *poka-yoke*:** é um dispositivo a prova de erros destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação, montagem ou na utilização de produtos. Esse mecanismo identifica os defeitos em virtude da existência no dispositivo de alguma característica ligada à forma ou dimensão do produto. O *poka-yoke* visa melhorar as atividades de inspeção garantindo que os defeitos sejam identificados e eliminados o mais rápido possível.
- **Simplificação:** Simplificar e padronizar produtos e processos a fim de reduzir os desperdícios no sistema produtivo, como desperdícios de mão-de-obra com posicionamento de peças e ajustes de ferramentas.
- **Organização do local de trabalho -5 S's:** A organização do local de trabalho é uma ferramenta básica da produção enxuta, pois através dela se tornam visíveis os problemas onde quer que eles estejam. Essa ferramenta foi denominada de 5S's pois são cinco palavras japonesas que começam com a letra S e que demonstram cada etapa desse processo.
  - *Seiri*: Senso de arrumação
  - *Seiton*: Senso de organização
  - *Seiso*: Senso de limpeza
  - *Seiketsu*: Senso de higiene
  - *Shitsuke*: Senso de autodisciplina
- **Qualidade no processo:** As operações devem ser feitas corretamente para que a qualidade do produto esteja assegurada, diminuindo os custos relacionados à inspeção e re-trabalho.
- **Controle visual:** Tornar as informações visíveis e de fácil acesso para aqueles que delas necessitem. Os objetivos do controle visual é permitir que os operadores façam seus

trabalhos com mais facilidade e eliminar uma série de controles e planejamentos ineficazes.

- **Relatório A3:** É uma ferramenta da produção enxuta pouco utilizada, a sua função é gerenciar o projeto. Nesse relatório estão contidos dados do cenário atual, as propostas de soluções para os problemas e o andamento do projeto através do cronograma e do plano de ação. Essa ferramenta foi denominada de relatório A3 porque ele é escrito em um papel de tamanho A3 para uma melhor compreensão dos dados nele contido.
- **Diagrama de *spaghet*:** É uma ferramenta onde é feito um desenho com o movimento das pessoas dentro do processo produtivo para enxergar onde existem as ineficiências de movimentação.

#### 2.4.6 Mapeamento do fluxo de valor

O mapa do fluxo de valor é uma representação visual dos fluxos de materiais e informações para uma determinada família de produtos. Tem por objetivo analisar o funcionamento de um fluxo de valor atual e propor estados futuros melhores.

Na aplicação dos conceitos da produção enxuta o mapeamento é uma etapa inicial importante, pois é a partir dela que se desenvolve a aplicação de técnicas *lean* específicas para cada situação. Assim, o mapeamento ajuda a evitar o erro comum de escolher ferramentas independentes, com pouca eficiência e benefícios limitados. O ciclo de mapeamento inicia-se com o levantamento do estado atual, após conhecer como é realizado o processo presente um estado futuro é projetado, tendo como essência os princípios *lean*. O passo seguinte é elaborar um plano de implementação para alcançar o estado futuro.

Segundo Rother e Shook (1998), o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta essencial, pois:

- Ajuda a visualizar não apenas os processos individuais, mas sim a enxergar o fluxo por completo.
- Ajuda a identificar as origens dos desperdícios.
- Fornece uma linguagem padronizada para tratar dos processos.
- Torna visíveis as decisões sobre o fluxo, de modo que você possa discuti-las.
- Forma a base para um plano de implementação;
- Mostra a relação entre o fluxo de material e o fluxo de informação.

Uma característica do mapa de fluxo de valor é o conjunto de ícones padronizados utilizados na modelagem para representar detalhes de situações peculiares ao processo. A figura 6 mostra alguns destes ícones utilizados na técnica de mapeamento do fluxo de valor.

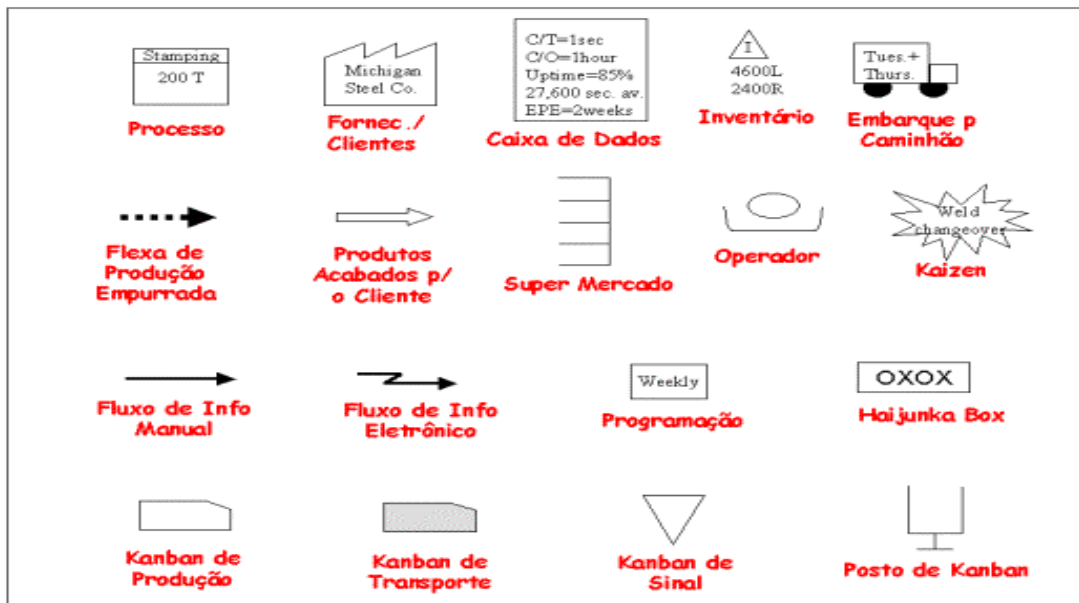


Figura 6. Alguns ícones definidos para Mapeamento do Fluxo de Valor

Fonte: Rentes,2000

Para a elaboração do mapa de fluxo de valor é necessário definir a família de produto a ser estudada, mapear a situação atual, mapear a situação futura e definir os planos de melhoria, como mostra a figura 7.

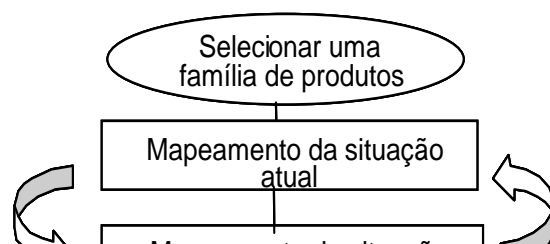


Figura 7. Etapas do Mapa do Fluxo de Valor  
Fonte: Rothers e Shook, 1998

#### **2.4.6.1 Selecionar uma família de produtos**

A definição de uma família de produtos é o primeiro passo a ser realizado na elaboração do mapa do fluxo de valor e segundo Rother e Shook (1998) alguns critérios devem ser considerados nessa definição:

Similaridade de processos: é o principal critério a ser considerado e se aplica a produtos que geralmente compartilham a mesma linha de produção.

Frequência e volume da demanda: se possível é importante que produtos com a mesma frequência e alto volume de demanda sejam mapeados juntos, pois pode haver melhorias significantes principalmente ligadas ao transporte e a movimentação dos produtos.

Tempo de ciclo do produto: representa o tempo que o produto leva para ser processado desde o pedido até a entrega ao cliente. É importante na definição das famílias que produtos com tempos de ciclo muito diferentes sejam colocados em famílias distintas, pois a quantidade de estoques a ser dimensionado para esses produtos pode ter grande variação em função desse critério.

Quando a família possui muitos produtos distintos é necessário que os dados a serem coletados seja do produto mais representativo ou o mais crítico da família a ser mapeada.



### 2.4.6.2 Mapeamento da situação atual

A segunda etapa é a elaboração do mapa de fluxo de valor atual onde inicialmente é necessário coletar informações sobre a demanda dos consumidores. Após essa coleta, são mapeados todos os processos produtivos que fazem parte da família de produtos selecionada.

Alguns dados básicos do processo são essenciais para a elaboração do mapa :

- Tempo de ciclo: é a frequência com que uma peça ou produto é completado em um processo.
- Tempo de trocas: tempo que leva para mudar a produção de um tipo de produto para outro, envolve o tempo de troca de ferramentas ou *set-up*.
- Disponibilidade: tempo disponível por turno no processo descontando-se os tempos de parada e manutenção.
- Número de operadores envolvido em cada operação.

O próximo passo é identificar onde se localizam os estoques e qual a quantidade média em número de peças e em dias, tendo como base a média de consumo. O mapeamento é realizado conforme o fluxo de produção do produto. Basicamente, os fluxos podem ser puxados, empurrados ou contínuos. Um fluxo puxado acontece quando o processo posterior determina a produção nos processos anteriores. Um fluxo empurrado acontece quando os processos são controlados com base em uma programação, sem levar em conta as solicitações dos processos posteriores. Um fluxo contínuo ocorre quando uma peça vai diretamente de um processo ao outro sem que haja uma interrupção, é o chamado fluxo unitário de peças.

O fluxo de informações também é mapeado e inclui a programação dos processos, a frequência com que são realizados os pedidos, as previsões, e as solicitações de material.

A figura 8 ilustra um exemplo de mapa da situação atual utilizando a técnica de Mapeamento do Fluxo de Valor.

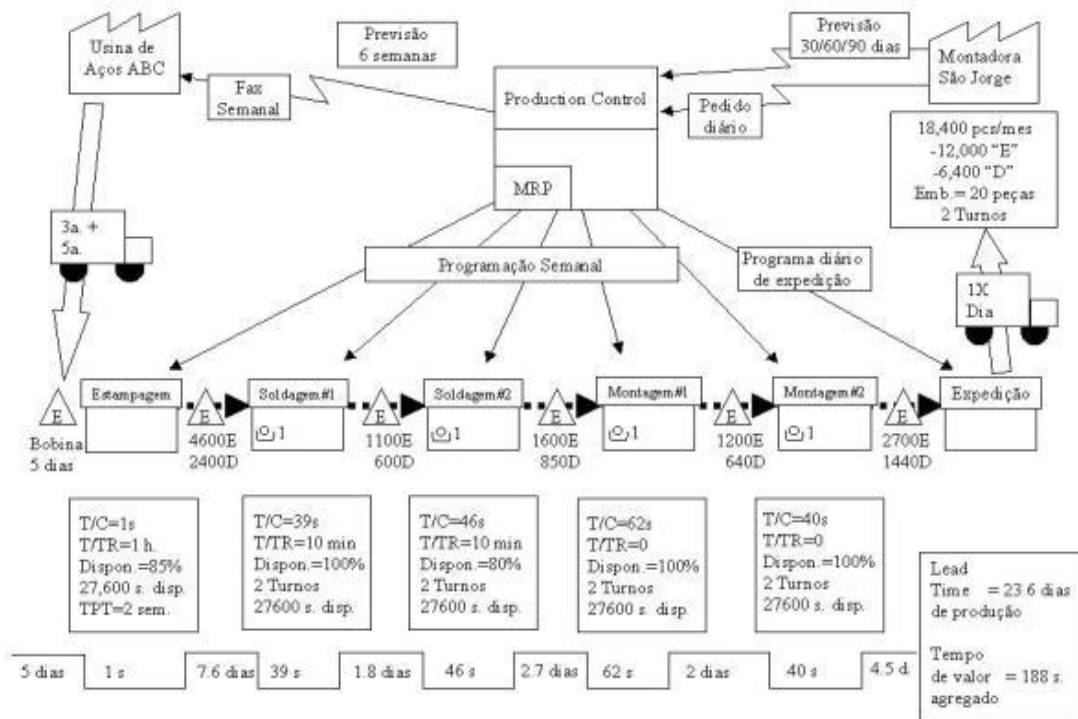


Figura 8. Mapa da situação atual utilizando a técnica de Mapeamento do Fluxo de Valor

Fonte: Rothers e Shook, 1998

### **2.4.6.3 Mapeamento da situação futura**

O mapa da situação futura é obtido a partir do mapa da situação atual.

Rothers e Shook (1998) definiram sete procedimentos para mapear o estado futuro:

- Produzir de acordo com *takt-time*: é a frequência que deve ser produzido o produto para atender as necessidades do cliente no prazo estipulado.
- Desenvolver o fluxo contínuo onde for possível: significa produzir uma peça por vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte sem nenhuma interrupção entre eles.
- Utilizar supermercados onde não é possível utilizar o fluxo contínuo: o supermercado representa um estoque intermediário que é controlado de acordo com a demanda processo posterior.
- A programação da produção deve ser realizada em um único processo: a programação deve ser enviada para o último processo puxador da cadeia, pois conforme a produção é controlada nesse processo definirá o ritmo de produção em todos os processos anteriores.
- Nivelar o *mix* de produção: a produção de diferentes produtos deve ser uniformemente dividida ao longo do tempo, com o objetivo de reduzir os estoques na medida em que são produzidos lotes menores e em maior frequência.
- Nivelar o volume de produção: estabelecer um ritmo de produção consistente e nivelado, que por sua natureza, elimina os desperdícios, alerta para eventuais problemas e possibilita que ações corretivas sejam tomadas de maneira mais eficiente.
- Continuar a melhoria nos processos anteriores ao processo puxador: a melhoria deve ser contínua e não se restringe apenas ao processo puxador.

### **2.4.2.6 Plano de melhorias**

A quarta e última etapa é o plano de melhorias, nesta etapa define-se a estratégia para implementar a mudança e torná-la sustentável. O plano é dividido em etapas, as

quais devem ter objetivos, metas e datas necessárias para atingir o máximo possível o estado determinado no mapa do fluxo de valor futuro.

## **2.5 Estudo de caso**

### **2.5.1 Histórico da empresa**

Fundada em 19 de agosto de 1969 pelo Decreto-Lei nº 770, como empresa de capital misto, a Embraer foi privatizada em 07 de dezembro de 1994 e seu controle está sobre domínio brasileiro.

Em março de 2006, a maioria dos acionistas da Embraer, incluindo detentores de ações ordinárias e preferenciais, aprovou a reestruturação societária da empresa. A reestruturação consiste na simplificação da estrutura do capital social da empresa que passou a ser composto de apenas um tipo de ação, as ações ordinárias e propiciar um aumento da liquidez a todos os acionistas da Embraer, que se beneficiarão com o maior potencial de valorização de suas ações e aprimoramento dos padrões de governança corporativa.

Esse espírito empreendedor tem resultado em melhorias significativas na eficiência da empresa, na qualidade dos seus produtos e serviços, bem como na sua lucratividade.

Com mais de 36 anos de experiência em projeto, fabricação, comercialização e pós-venda, a empresa já produziu cerca de 3.900 aviões, que hoje operam em 65 países, nos cinco continentes. A Embraer tem uma base global de clientes e importantes parceiros de renome mundial, o que resulta em uma significativa participação no mercado.

A Embraer 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 18.000 empregados, 85,9% baseados no Brasil e contribui para a geração de mais de 5.000 empregos indiretos.

### **2.5.2 Aviação comercial**

A Embraer continua a liderar o setor com suas inovadoras linhas de jatos regionais comerciais. Mais de 900 jatos regionais foram produzidos desde 1996 e entregues a mais de 30 companhias aéreas em 20 países.

Oferecendo um alto índice de comunalidade entre os membros da família, os ERJ 135, ERJ 140 e ERJ 145, com disponibilidade para 37, 44 e 50 passageiros respectivamente, oferecem versatilidade única para as empresas moldarem a capacidade das aeronaves com o tamanho do mercado.

O ERJ 145 XR, de 50 assentos, certificado pelo FAA (*Federal Aviation Administration*), já está expandindo as redes regionais além de sua capacidade de 2.000 milhas náuticas. A figura 9 ilustra o modelo da aeronave.

O jato de 70 assentos EMBRAER 170 é o primeiro de uma família de quatro aeronaves de última geração feitas para transportar entre 70 e 110 passageiros.

O EMBRAER 175, de 78 lugares, fez seu vôo inaugural em junho de 2003 e foi certificado no quarto trimestre de 2004, enquanto que a campanha de certificação do EMBRAER 190, de 100 assentos, foi concluída no terceiro trimestre de 2005. O EMBRAER 195, com 108 lugares, certificado em julho de 2006.

Com comunalidade de até 95% dentro da família, essas aeronaves têm cabines espaçosas, amplos compartimentos de bagagem e carga dianteiro e traseiro, além de desempenho superior.



Figura 9: Aeronave modelo ERJ 145 XR

Fonte: Embraer, 2008.

### 2.5.3 Aviação de defesa

A Embraer desempenha um papel estratégico no sistema de defesa brasileiro, tendo fornecido mais de 50% da frota da força aérea brasileira. Cerca de 20 forças aéreas no exterior também operam os produtos Embraer.

Uma nova linha de produtos militares baseados na plataforma do ERJ 145, tais como o EMB 145, para Alerta Aéreo Antecipado, o EMB 145 RS, para sensoriamento remoto e o P99, para patrulhamento marítimo e guerra anti-submarino, apresentam excelente potencial de vendas no concorrido mercado de defesa internacional.

A Embraer já entregou à Força Aérea Brasileira (FAB), as oito aeronaves contratadas para o Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM). São cinco aeronaves EMB 145 SA (AEW&C – *Airborne Early Warning and Control* ou Aeronave de Alerta Aéreo Antecipado e Controle) e três EMB 145 RS, *remote Sensing*, ou Sensoriamento Remoto.

Outros produtos de sucesso destinados ao mercado incluem o novo AMX-T e o Super Tucano, que em sua versão para a FAB, faz parte do Programa SIVAM. A FAB recebeu a primeira das 76 aeronaves contratadas em 18 de dezembro de 2003 e, no final de 2004, foram entregues mais de 20 aeronaves. A figura 10 ilustra o modelo Super Tucano.



Figura 10: Aeronave modelo Super Tucano  
Fonte: Embraer, 2008.

#### **2.5.4 Aviação Executiva**

Baseada na já testada plataforma do ERJ 135, a Embraer entrou no mercado da aviação executiva em dezembro de 2001 com a introdução do Legacy.

A aeronave está disponível nas versões Executive e Shuttle, que se adequam a uma variedade de aplicações no mercado, inclusive o segmento de transporte de autoridades.

O Legacy definiu novos padrões de conforto, alcance e economia entre as aeronaves de sua categoria.

A aeronave foi certificada por autoridades do Brasil, Estados Unidos e da Europa. No fim de 2003, o avião recebeu a certificação das agências russa e da Comunidade de Estados Independentes e em 2006 da Indonésia. Hoje, são mais de 75 Legacy em operação em 18 países.

Em maio de 2005, a Embraer anunciou o lançamento de dois novos jatos, Phenom 100 e Phenom 300, nos segmentos de aviação executiva de pequeno porte. A figura 11 ilustra o modelo Phenom 100. Além disso, em maio de 2006 foi anunciado o lançamento do Lineage 1000, no segmento Ultra-Large.

Os clientes da aviação executiva contam com uma rede global de centros de serviços e programas especiais de suporte e manutenção.



Figura 11: Aeronave modelo Phenom 100

Fonte: Embraer, 2008.

### **2.5.5 Unidade Botucatu**

Instalada em Botucatu, São Paulo, tem 47.909 metros quadrados de área construída e uma equipe de mais de 1.900 empregados. A Unidade Botucatu é responsável pela realização das seguintes atividades: produção do avião Ipanema, fabricação de peças e estruturas para os jatos das famílias ERJ 145, EMBRAER 170/190 e Phenom 100 e 300, montagem da estrutura da fuselagem do Super Tucano, e fabricação de ferramental e dispositivos de apoio ao solo.



### 2.5.6 Estrutura organizacional da gerência de suprimentos

O setor de suprimentos é responsável por gerenciar todas as atividades de compras, movimentações de materiais e a sua guarda temporária. A figura 12 mostra as áreas pertencentes ao setor de suprimentos.

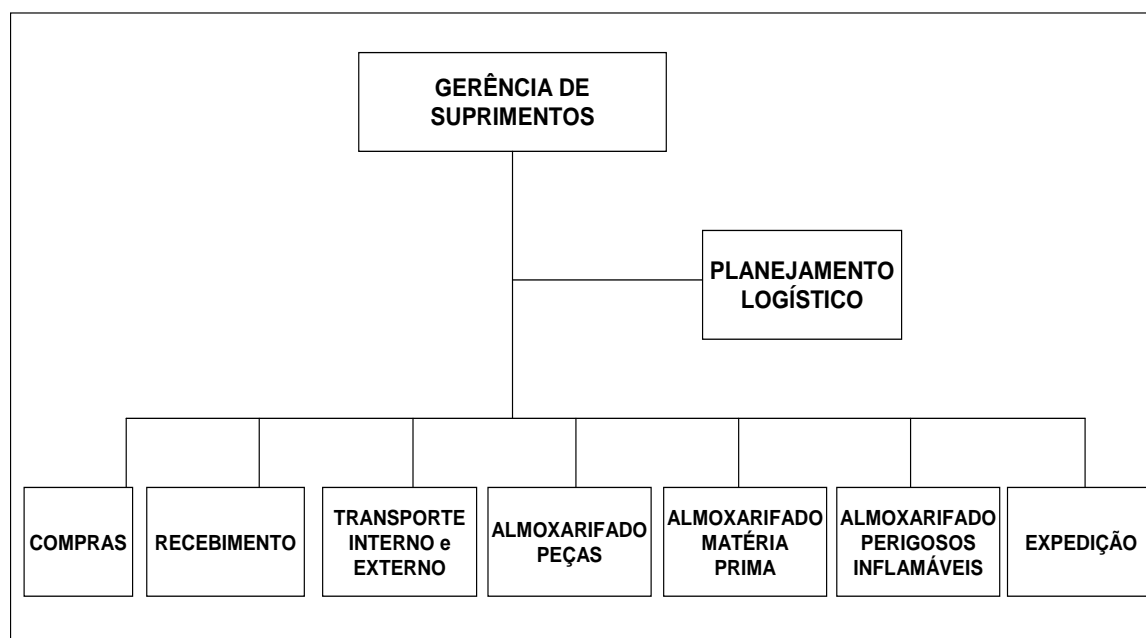


Figura 12: Estrutura organizacional da gerência de suprimentos.

### 2.5.7 O almoxarifado

O setor do almoxarifado é responsável pela guarda temporária do material até que este seja solicitado pelo cliente.

A empresa em estudo possui três almoxarifados, o de matéria prima com chapas, placas e tubos, o almoxarifado de perigosos e inflamáveis, onde ficam estocados todos os produtos químicos e o almoxarifado de peças, onde ficam guardadas as peças, recebidas de fornecedores externos e internos, até serem solicitados pelas áreas industriais para efetuarem a montagem estrutural do conjunto.

O trabalho aborda somente o almoxarifado de peças, para maior compreensão das atividades desenvolvidas por este almoxarifado, ele é dividido por departamentos conforme cada tipo de processo.

- Estocagem
- *Picking*
- Formação de *kit's*
- Pagamento de balcão
- Transferência

### **2.5.7.1 A origem dos materiais estocados no almoxarifado de peças**

O almoxarifado possui uma grande variedade de peças, são aproximadamente 36.000 tipos, que variam desde pequenos materiais como os rebites e arruelas, até os grandes materiais, como as cavernas e os perfis que chegam a medir até sete metros de comprimento

Há dois destinos para a matéria-prima, após passar pela área de corte elas são enviadas para o setor de estamparia, local onde são fabricadas as peças internas, ou são enviadas para fornecedores externos, pois alguns processos não são possíveis de se fazer dentro da empresa.

A empresa possui uma grande gama de fornecedores, mais de cinquenta empresas, 90% delas situam-se no estado de São Paulo, as quais os serviços são sub-contratados. Dependendo do processo e do tipo do material a peça chega a sair varias vezes da fábrica para os fornecedores a fim de realizar os serviços pertinentes. Quando as peças retornam à empresa elas são recebidas pelos operadores logísticos que trabalham no setor de recebimento e qualidade, que são responsáveis pela inspeção das peças, com objetivo de garantir a qualidade do produto.

Algumas peças armazenadas no almoxarifado são produzidas em outras unidades da empresa, o processo de transferência é realizado conforme necessidade gerada pela demanda da unidade. Segue a figura 13 que ilustra a entrada das peças no almoxarifado.

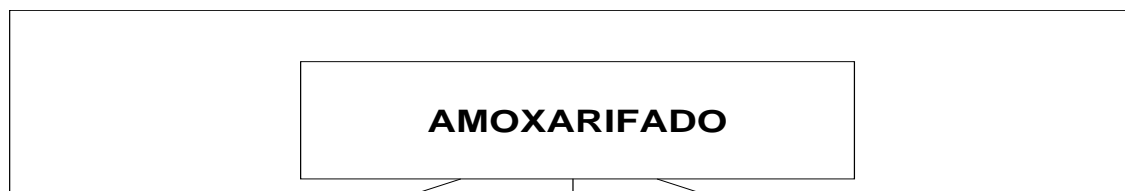


Figura 13: Procedimento para a entrada de peças no almoxarifado.

### **2.5.7.2 O processo de *picking***

O processo de *picking* é a separação do material para o envio a produção. O controlador de produção encaminha para o almoxarifado a ordem de produção (OP) referente ao conjunto de sua responsabilidade para o pagamento dos materiais.

As ordens de produção são trazidas ao almoxarifado aleatoriamente, não possui regras de horários, nem seqüência de conjuntos, pois cada um deles possui um tempo de ciclo específico.

Conforme as OP's chegam ao almoxarifado elas são cadastradas no sistema e ficam aguardando até que sejam gerados os pedidos de pagamento. O sistema é atualizado uma vez ao dia, às 18:00 h, fazendo um registro das ordens inseridas e gerando uma lista de pagamento.

Quando a lista é emitida geram-se grupos de pagamento, não por ordem de produção, isso significa que em cada grupo pode conter inúmeras ordens, os itens a serem separados são visualizados na tela do coletor dos operadores logísticos, indicando o grupo que necessita ser coletado.

Os operadores logísticos de posse do coletor e com um carrinho manual percorrem os corredores fazendo a separação dos materiais. Como um grupo de pagamento possui inúmeras OP's, no coletor do operador é registrado o “caminho bom” que ele deve fazer, esse caminho indica qual é a seqüência de corredores em que ele deve ir e qual a localização dos materiais a serem pagos.

Ao chegar ao local onde a peça deve ser armazenada o operador faz a leitura do código de barra que está fixado na caixa onde a peça está armazenada, retirando a quantidade de peças indicadas, ao fazer a leitura no código de barras, imediatamente após a retirada física é realizada a sistêmica, de modo a gerar demanda de reposição dessas peças, esse processo ocorre até que seja realizado todo o processo de separação do grupo.

### **2.5.7.3 O processo de formação de *Kit***

Após o processo de *picking*, o material separado é enviado a área de formação de kit. Nesse local o material que foi separado por grupo no *picking*, é segmentado por OP para ser destinado à produção.

As peças quando chegam ao local de formação de *kit's* ficam em uma área de espera até que o processo de separação comece, todas as peças vindas do *picking*, são identificadas com a etiqueta de pagamento, onde informações, contendo um número seqüencial, correspondente ao número da ordem que pertence a peça.

O setor de formação de *kit's* possui vários dispositivos de armazenagem identificados com o mesmo número seqüenciado das etiquetas das peças. A numeração da etiqueta vai de 1 a 20, o que muda a cada processo de *picking* é o número da OP que está vinculada a um desses números, formando os respectivos kits.

O operador logístico separa as peças nos dispositivos conforme a numeração, após término do processo, essas são embaladas em saco plástico, identificado com o número do posto de transporte que o *kit* pertence.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia utilizada consiste em uma revisão bibliográfica como fonte de estudo e sustentação do trabalho. Em uma segunda etapa foi realizado um estudo de caso com a busca por informações através de observação direta nas dependências da empresa em estudo. Foi analisado o cenário atual a fim de identificar as falhas e propor melhorias para a construção de um novo cenário.

No trabalho foram aplicadas diversas ferramentas, utilizadas pela produção enxuta:

- *Poka-yokes*
- Simplificação nos processos
- Relatório A3
- Diagrama de Spaghett
- Mapa do Fluxo de Valor

Por último visando à compreensão dos resultados, foram utilizadas tabelas e diagramas demonstrando os resultados do estudo.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÕES

### 4.1 Mapeamento da situação atual

A realização do estudo partiu da análise da situação atual dos processos de *picking* e formação de *kit*. É necessário conhecer detalhadamente os processos existentes para identificar as oportunidades de melhoria. Outro fator importante na análise da situação atual é a coleta de dados concretos de qualquer situação que possa sofrer alguma modificação, realizando um comparativo dos dados existentes com os resultados obtidos.

Foi realizado no decorrer do estudo um mapeamento do fluxo de valor desses processos, como ilustra a figura 14.

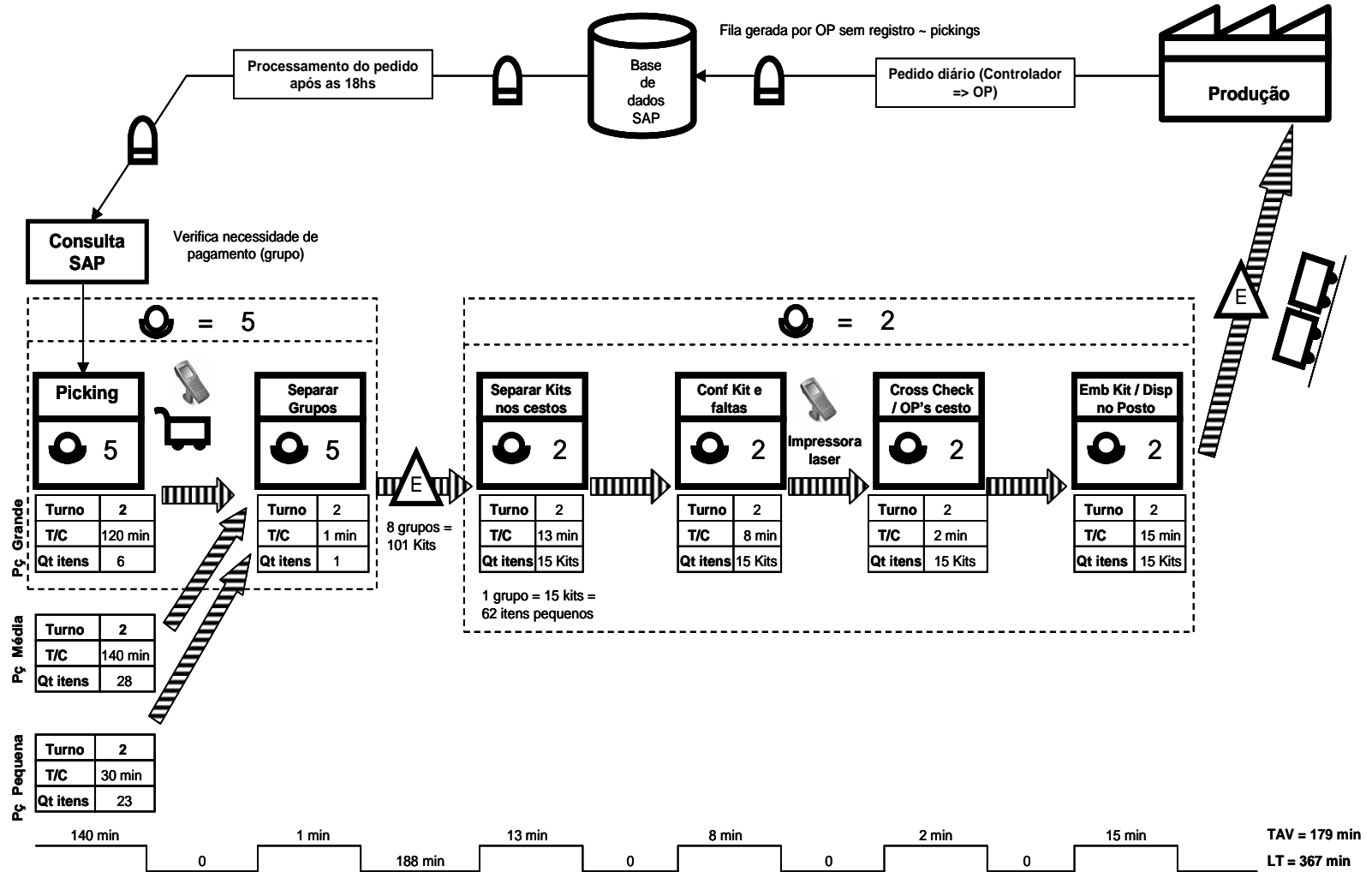


Figura 14: Mapa do fluxo de valor dos processos de *picking* e formação de kit.



O mapeamento trouxe como resultado a identificação de um lead time de 367 minutos nos processos de *picking* e formação de *kit*, no qual apenas 179 minutos agregaram o valor ao produto, o tempo restante é resultado do tempo de espera para a formação do kit, isso significa que após o operador iniciar o processo de separação dos materiais, o almoxarifado demora 367 minutos para disponibilizar esse material no posto de transporte para ser entregue a produção.

Após conhecimento do *lead time* o *layout* foi estudado para identificar os desperdícios e eliminá-los com o objetivo de reduzir o *lead time* citado.

O *layout* em estudo é separado pelo tamanho dos materiais: o almoxarifado possui dois pisos, no térreo ficam armazenadas as peças grandes e no piso superior as peças pequenas.

A dificuldade encontrada nesse *layout* foi para realizar o *picking* das peças. O operador logístico realiza uma grande movimentação ao fazer a separação dos pedidos, pois cada peça da lista de pagamento fica em lugares distantes ocorrendo excesso de movimentação pelo operador. Womack (1996) citam que um dos setes desperdícios pregados pela produção enxuta e que deve ser eliminado é a movimentação desnecessária gerada pela falta de organização do ambiente de trabalho, por falta de padronização e métodos inconsistentes, gerando excesso de movimentação na busca de ferramentas e materiais.

Nas figuras 15 e 16 são demonstrados os *layout's* com o diagrama de *spaghett* da movimentação realizada pelo operador logístico no almoxarifado, pois segundo Womack (1996) e Shingo (1996), ALVES (2001), o diagrama de *spaghett* é uma ferramenta onde é feito um desenho com o movimento das pessoas dentro do processo produtivo para enxergar onde existem as ineficiências de movimentação. Com o *spaghett* foi possível identificar que o operador percorre 600 m para realizar o *picking* de um determinado conjunto.

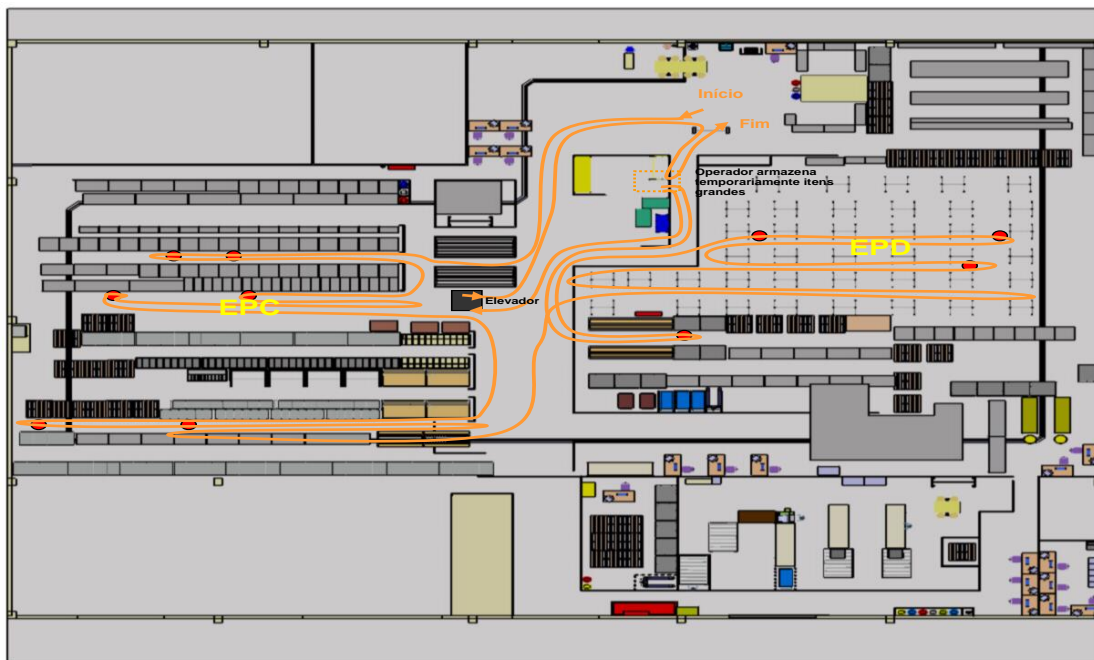


Figura 15: Diagrama de *spaghet* atual do operador logístico no térreo.

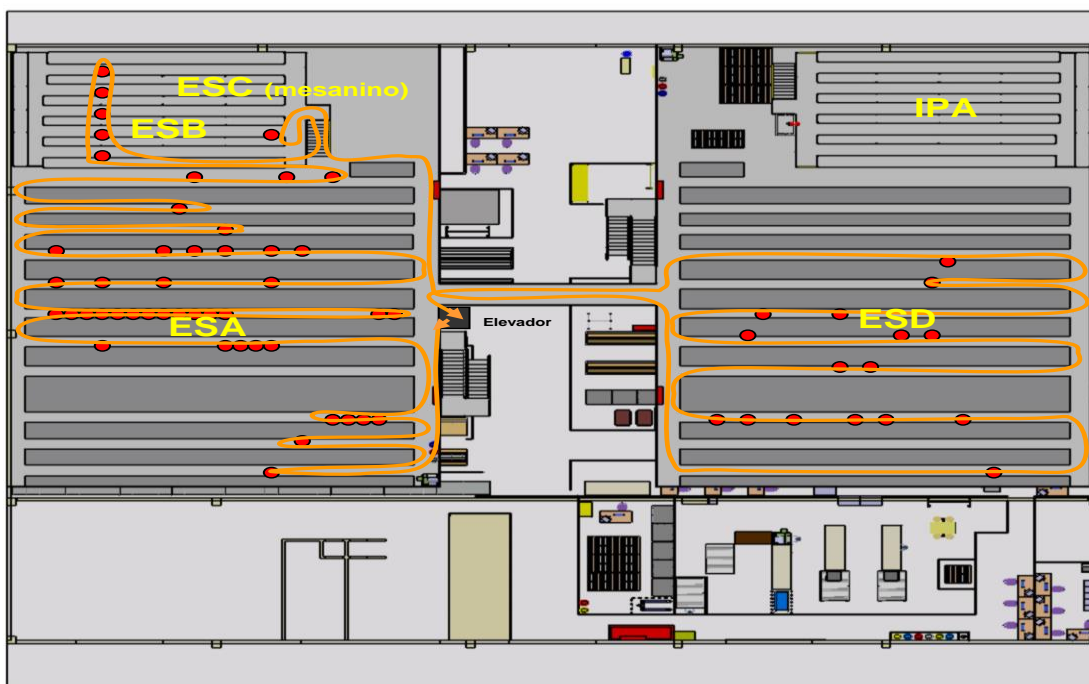


Figura 16: Diagrama de *spaghet* atual do operador logístico no piso superior.

Um outro aspecto importante abordado no estudo é a embalagem utilizada para o envio das peças à linha de montagem, sacos plásticos e plásticos bolhas, são descartados após as peças chegarem no processo de montagem.

Para detalhamento do trabalho a tabela 1 demonstra o resultado da cronoanálise realizada no tempo de *picking* de uma peça.

Tabela 1. Tempo de *picking* de uma peça.

Tempo total do <i>picking</i>	Tempo de embalar e desembalar a peça	Tempo de agregação de valor
1:03 minutos	45 segundos	18 segundos

O que pode ser identificado com o resultado apresentado na tabela é que apenas 28% do tempo de *picking* é de atividade que agrega valor, os outros 72% são de atividades que podem ser eliminadas ou reduzidas. Isso ocorre pelo processo de embalagem ser inadequado, Rother e Shook (1998), dizem que utilização errada de procedimentos e sistemas deve ser eliminada, pois uma abordagem mais simples pode ser mais efetiva.

Outra dificuldade encontrada é o tempo que o operador montador demora em conferir o kit, já que as peças são colocadas juntas no saco plástico dificultando a conferência pelo montador, o estudo revelou uma demora de 58 minutos para conferir o kit.

Uma embalagem inadequada afeta na produtividade dos operadores e nos custos logísticos. A tabela 2 demonstra os gastos realizados com embalagens descartáveis.

Tabela 2. Gastos com embalagens descartáveis.

Quantidade de peças (Diário)	Quantidade de peças (Mês)	Valor da embalagem (Diário)	Valor da embalagem (Mês)
76	1444	R\$ 0,49	R\$ 700,00

Na análise da tabela é possível verificar que é gasto por mês R\$ 700,00 com embalagens de um conjunto de 76 peças.

### 3.2 Mapeamento da situação futura

Com o estudo realizado a partir do cenário atual foi possível identificar várias oportunidades de melhorias. Como citado na revisão de literatura, um dos sete desperdícios pregados pela produção enxuta é o excesso de movimentação desnecessária, que foi encontrado no estudo através da análise da movimentação realizada pelo operador logístico no processo de *picking*, outra melhoria a ser realizada envolve o tipo de embalagem e modo que as peças são acondicionadas para o envio à produção, foi identificado o tempo que o operador montador demora para conferir as peças do kit antes de iniciar a montagem.

Após identificadas as oportunidades de melhoria, um projeto piloto para a elaboração das mudanças foi iniciado.

No projeto o primeiro passo foi a elaboração do relatório A3. O relatório A3 foi utilizado pois é uma ferramenta simples de gerenciar o projeto.

No relatório A3 consta qual é o objetivo do projeto, os dados do cenário atual que já foram identificados anteriormente, as condições meta do projeto, o plano de ação com a elaboração das atividades que necessitam serem realizadas e seus respectivos responsáveis e por último quais as métricas utilizadas para acompanhar a eficiência do projeto. É demonstrado na tabela 3 o relatório utilizado para acompanhamento e gerenciamento do projeto.

Tabela 3. Relatório A3 do projeto piloto.

<b>Projeto Piloto</b>																															
<p><b>Objetivos :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reduzir o lead time dos processos, idetnificando e eliminando as atividades que não agregam valor ao produto.</li> </ul>	<p><b>Condições Meta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Divisão do Almojarifado por ilhas de produto;</li> <li>✓ Redução da distância percorrida no picking;</li> <li>✓ Redução do Lead time de kitting;</li> <li>✓ Padronização das embalagens</li> <li>✓ Pagamento de peças em kits Poka-Yoke;</li> <li>✓ Redução o tempo de conferência do kit pelo operador montador</li> </ul>																														
<p><b>Condições Iniciais:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Divisão aleatória do almojarifado;</li> <li>✓ Excesso de movimentação durante o picking;</li> <li>✓ Lead time para picking + formação do kit da caverna = 105 min;</li> <li>✓ Entrega feita em sacos plásticos;</li> <li>✓ Perda de tempo do operador montador em conferir o kit;</li> </ul>	<p><b>Plano de Ação:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e0f2f1;"> <th>O que?</th> <th>Quem?</th> <th>Quando?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-Explosão dos conjuntos</td> <td>Carlinhos</td> <td>Janeiro</td> </tr> <tr> <td>-Sequência das peças por operação</td> <td>Fabiana</td> <td>Fevereiro</td> </tr> <tr> <td>-Localização de cada item na ilha</td> <td>Fabiana</td> <td>Março</td> </tr> <tr> <td>-Compra das caixas KLT's</td> <td>Priscila</td> <td>Março</td> </tr> <tr> <td>-Formação das ilhas</td> <td>Roberta</td> <td>Abril</td> </tr> </tbody> </table>	O que?	Quem?	Quando?	-Explosão dos conjuntos	Carlinhos	Janeiro	-Sequência das peças por operação	Fabiana	Fevereiro	-Localização de cada item na ilha	Fabiana	Março	-Compra das caixas KLT's	Priscila	Março	-Formação das ilhas	Roberta	Abril												
O que?	Quem?	Quando?																													
-Explosão dos conjuntos	Carlinhos	Janeiro																													
-Sequência das peças por operação	Fabiana	Fevereiro																													
-Localização de cada item na ilha	Fabiana	Março																													
-Compra das caixas KLT's	Priscila	Março																													
-Formação das ilhas	Roberta	Abril																													
	<p><b>Métrica:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e0f2f1;"> <th>Tema</th> <th>Indicador</th> <th>Medida</th> <th>De</th> <th>Para</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Qualidade</td> <td>Número de Faltas</td> <td>Faltas/avião</td> <td>15%</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Qualidade</td> <td>Número de Pagamento Errado</td> <td>Erros/Picking</td> <td>0,2%</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Custo</td> <td>Mão-de-Obra</td> <td>Efetivo</td> <td>11</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Custo</td> <td>Produtividade</td> <td>Picking/dia.Hh</td> <td>34</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>Tempo</td> <td>Lead Time</td> <td>Dias</td> <td>3,6</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Tema	Indicador	Medida	De	Para	Qualidade	Número de Faltas	Faltas/avião	15%	0	Qualidade	Número de Pagamento Errado	Erros/Picking	0,2%	0	Custo	Mão-de-Obra	Efetivo	11	11	Custo	Produtividade	Picking/dia.Hh	34	70	Tempo	Lead Time	Dias	3,6	2
Tema	Indicador	Medida	De	Para																											
Qualidade	Número de Faltas	Faltas/avião	15%	0																											
Qualidade	Número de Pagamento Errado	Erros/Picking	0,2%	0																											
Custo	Mão-de-Obra	Efetivo	11	11																											
Custo	Produtividade	Picking/dia.Hh	34	70																											
Tempo	Lead Time	Dias	3,6	2																											

A primeira mudança realizada com o projeto foi a alteração do layout para ilha de produtos, a fim de eliminar a movimentação desnecessária do operador logístico, como demonstrado nas figuras 17 e 18.



Figura 17: Diagrama de *spaghetti* futuro do operador logístico no piso superior.

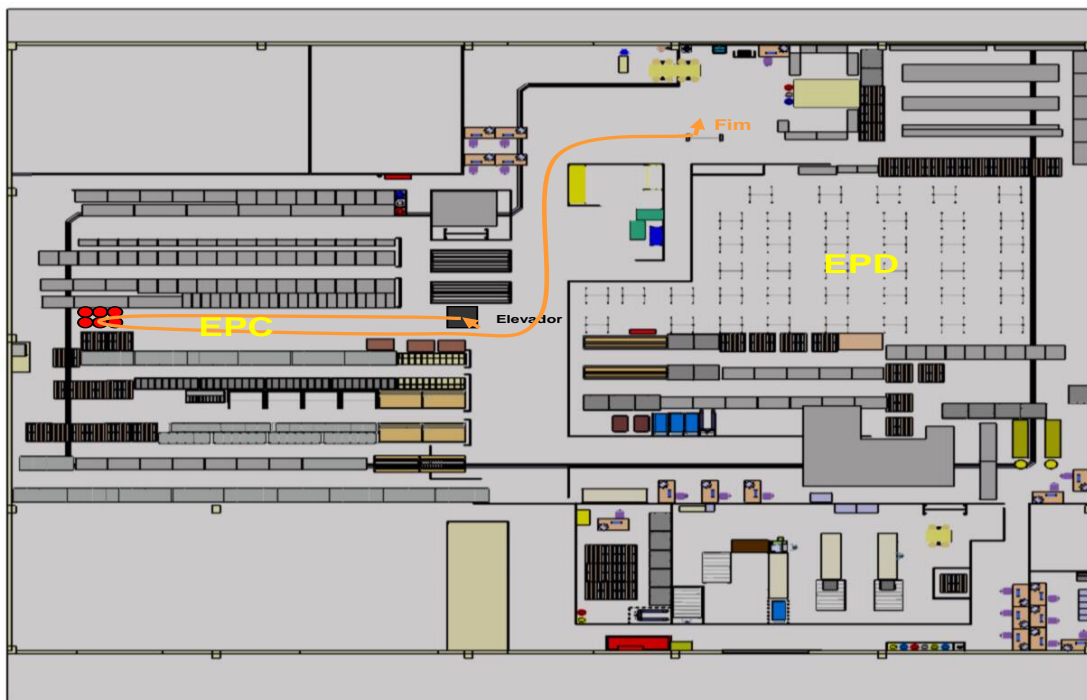


Figura 18: Diagrama de *spaghetti* futuro do operador logístico no térreo.

As peças do conjunto que anteriormente estavam distribuídas por todo almoxarifado foram agrupadas no mesmo local, a única separação ainda existente é as peças grandes das pequenas por causa dos dispositivos de armazenagem.

Com a alteração do layout o operador logístico passou a percorrer 80 metros para fazer o *picking* dos mesmos itens, houve uma redução de aproximadamente 86 % na movimentação do operador e segundo (MOURA,1997) uns dos objetivos do *layout* é garantir a utilização máxima do espaço físico e proporcionar movimentação de materiais da forma mais eficiente.

Após a mudança de *layout* reduzindo a movimentação do operador logístico, o foco do projeto foi as embalagens em que os produtos são enviados a produção.

Foi modificado o padrão da embalagens, de sacos plásticos para caixas plásticas do modelo KLT como ilustra a figura 19.



Figura 19: Caixa modelo KLT.  
Fonte: Grupo Linpac Pizani, 2008.

Vários fatores levaram a escolha das caixas KLT's, primeiro por elas serem modulares, colaboram com o empilhamento reduzindo o espaço ocupado, o segundo fator foi para padronizar as embalagens. Conforme Moura e Banzato (2000) a redução da variabilidade de embalagens facilita o armazenamento, manuseio e movimentação dos materiais, reduzindo o tempo de realização destas tarefas, por proporcionar uma padronização

destes métodos, dos equipamentos de movimentação e de armazenamento. Além da redução do tempo, outra vantagem da padronização é a redução de custos.

O último fator que levou a escolha da caixa KLT é que a embalagem é retornável eliminando os custos das embalagens descartáveis, as caixas vão para a produção com as peças e após serem utilizadas retornam ao almoxarifado para serem reabastecidas. Segue a tabela 4 com o custo de aquisição das caixas KLT's para atender o conjunto em estudo.

Tabela 4. Investimento com embalagens retornáveis.

QUANTIDADE DE CAIXAS	INVESTIMENTO (R\$)
30	R\$ 1600,00

Analisando os dados da tabela e comparando com os dados da tabela 4 é possível identificar os ganhos alcançados com a utilização das embalagens retornáveis, em menos de 3 meses já é possível recuperar os ganhos com o investimento da compra das embalagens e um outro ponto positivo é qualidade do material, com durabilidade de no mínimo 5 anos dependendo das condições de uso.

Além da alteração do modelo da embalagem foram criados dispositivos a prova de erro (*poka-yoke*) afim de eliminar um outro problema causado pela embalagem até então utilizada, que era o tempo que o operador montador demorava para conferir o kit. A figura 20 ilustra o modelo do dispositivo.



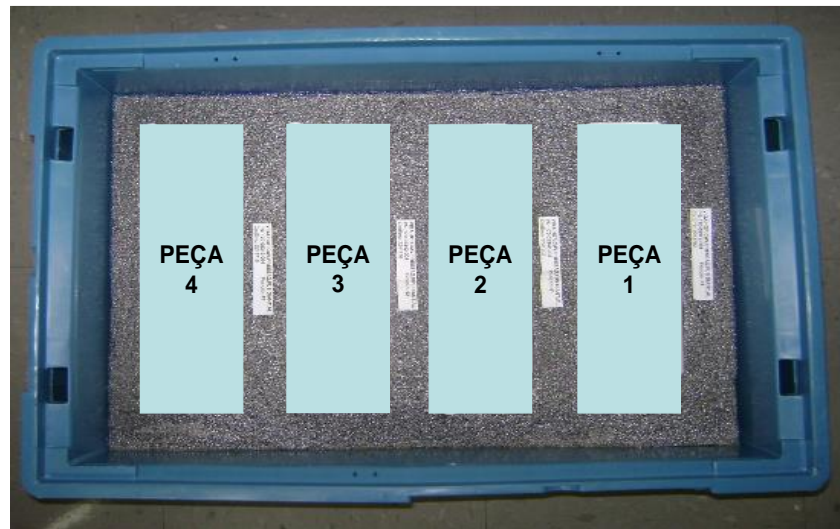


Figura 20: Caixa KLT com o dispositivo *poka-yoke*.

Esses dispositivos foram elaborados com espumas de polipropileno, onde foram estampados os modelos das peças do kit do conjunto em estudo. As espumas vão encaixadas dentro das caixas KLT's na seqüência de *picking* e montagem das peças. O ganho alcançado com os dispositivos *poka-yoke* está na produção, o operador montador que antes demorava 58 minutos para conferir o kit agora demora 5 minutos, houve uma redução de 89% no tempo de uma atividade que não agrega valor ao produto. Womack (1996) e Shingo (1996), ALVES (2001) afirmam que o *poka-yoke* visa melhorar as atividades de inspeção garantindo que os defeitos sejam identificados e eliminados o mais rápido possível.

Com o layout modificado e as embalagens padronizadas foi possível realizar melhorias nos processos de *picking* e formação de *kit's*. Os processos que antes eram separados tornaram-se um só, no chamado processo de *kitting*: no mesmo tempo que o *picking* é feito o *kit* é montado, como mostra a figura 21.

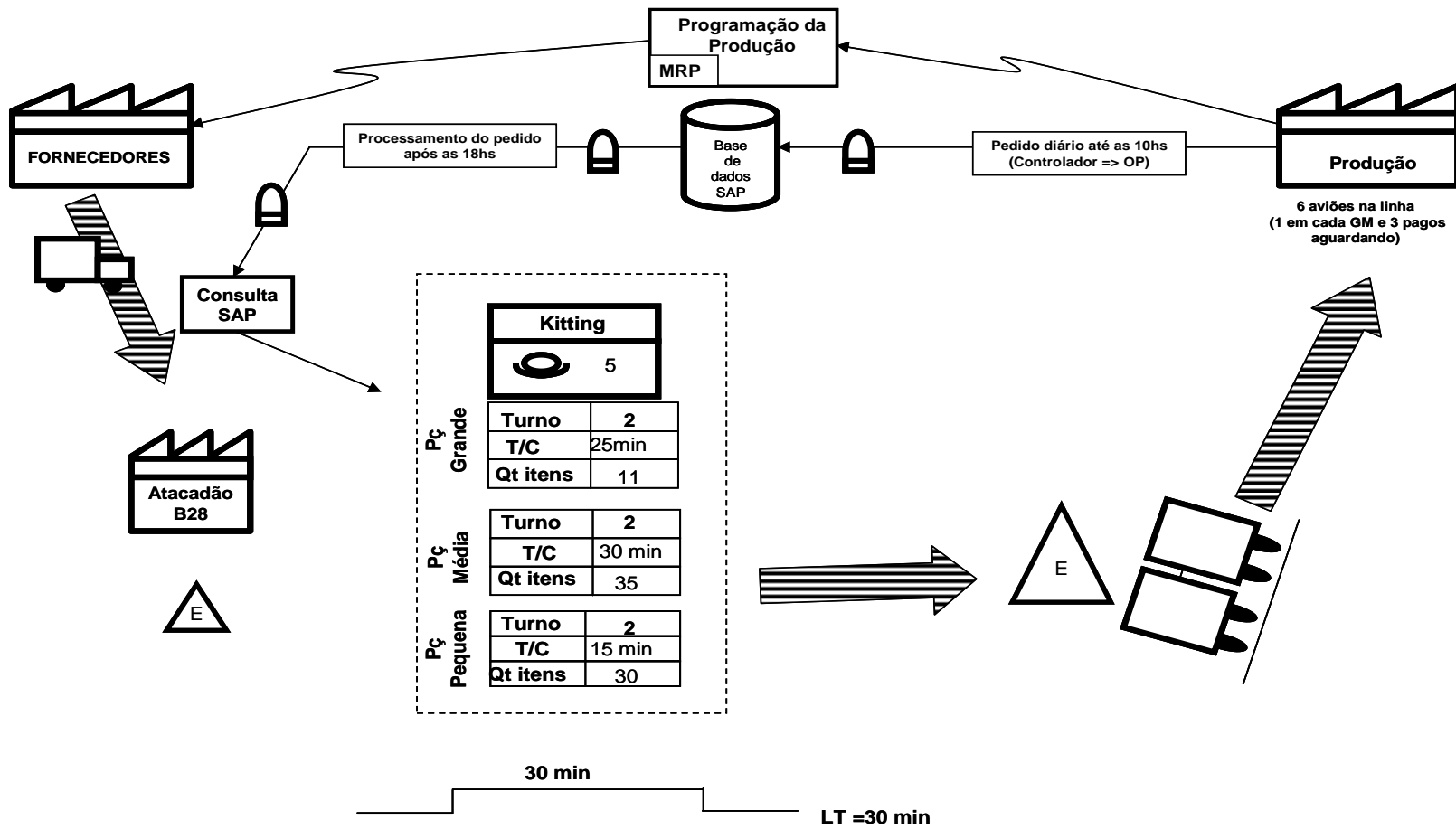


Figura 21: Mapa do fluxo de valor do processo de kitting.

O novo mapa do fluxo de valor realizado após a junção dos processos trouxe como resultado a diminuição do *lead time* de pagamento de 367 minutos para 30 minutos, uma redução de 91% do tempo dessas atividades. Esse resultado foi alcançado pela simplificação dos processos e principalmente pela eliminação de um dos desperdícios citados pela produção enxuta que é o tempo de espera. Confirmando os resultados encontrados Bowersox (2006) afirma que as empresas que reduzem o *lead time* e controlam ou eliminam variâncias inesperadas na produção, têm mais flexibilidade para satisfazer as necessidades dos clientes ao mesmo tempo que conseguem reduzir os custos.

## 5. CONCLUSÕES

O trabalho realizado chegou em conclusões satisfatórias, comprovando os ganhos que as empresas podem alcançar utilizando os conceitos da produção enxuta.

Foi possível concluir que a utilização da ferramenta do mapa do fluxo de valor, contribui para a análise da situação atual, identificando através do fluxo de valor os seguintes desperdícios:

- Processos desnecessários
- Identificação de um tempo elevado no processo de embalar e desembalar as peças
- Excesso de movimentação do operador logístico

Além dos desperdícios o mapeamento também identificou um *lead time* do processo de separação dos materiais de 367 minutos com um tempo de agregação de valor de 179 minutos.

A mudança do *layout* do almoxarifado reduziu em 86% a movimentação, ficando comprovado que o *layout* por ilhas de produtos é a melhor opção quando se busca reduzir a movimentação do operador no processo de *picking*.

O projeto também levou a diversas conclusões referente às embalagens:

- A utilização das embalagens modulares é uma boa opção quando quando se busca redução de espaço para a armazenagem das mesmas.

- As embalagens retornáveis contribuem com a preservação ambiental, evitando que diariamente sejam descartadas embalagens que não são reutilizáveis antes do processo de reciclagem
- A recuperação dos custos de investimento com as embalagens retornáveis são menores que 3 meses
- A utilização da embalagem com os dispositivos *poka-yokes* aumentam a produtividade do operador montador, reduzindo em 89% o tempo de conferência de um kit de peças

O trabalho concluiu que a simplificação dos processos e a eliminação dos desperdícios reduzem o *lead time* do processo de separação de materiais em 91%, aumentando a produtividade e conseqüentemente os lucros da empresa.

Em trabalhos futuros, é sugerido o estudo do mapa do fluxo de valor realizado, incluindo os dados e os tempos do sistema a fim de identificar outras oportunidades de melhoria e completando o trabalho estudos podem ser realizados para o dimensionamento da quantidade de peças a serem armazenadas, baseadas na demanda dos clientes e no *lead time* de entrega dos fornecedores.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.M. **Proposta de um modelo híbrido de gestão da produção:** aplicação na indústria aeronáutica. 2001. 188 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

BALLOU, R.H. **Logística empresarial:** Transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo, SP, Editora Atlas S.A, 1993, 388 p.

BABZATO, E. et al. **Atualidades na armazenagem.** São Paulo, SP, Editora IMAM, 2003, 292 p.

BOWERSOX, D. e CLOSS, D. **Logística empresarial:** o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo, SP, Editora Atlas, 2001, 592 p.

BOWERSOX, D. et al. *Supply chain logistics management.* 2 ed. Nova Iorque, Editora McGraw-Hill. 2006, 598 p.

DIAS, M.A.P. **Administração de materiais:** uma abordagem logística. São Paulo, SP, Editora Atlas, 1996, 345 p.

FLEURY, P.F. et al. **Logística Empresarial:** A Perspectiva Brasileira. São Paulo, SP, Editora Atlas, 1999, 305 p.

GUROVITZ, H. Engolindo a SAP: por que o mundo corporativo brasileiro está de rendendo ao software de gestão da empresa alemã. **Revista Exame**, São Paulo, SP, p. 21-23, jul. 1998.

LAMBERT, D. et al. **A administração estratégica da logística.** São Paulo, SP, Editora Valentini Consultoria, 1998, 253 p.

MOURA, R.A. **Manual de Logística: Armazenagem e Distribuição Física.** IMAN. 2 ed. São Paulo, SP, Editora IMAN.1997, 258 p.

MOURA, R.A. e BANZATO, J. M. **Embalagem, unitização e contêinerização.** São Paulo, SP, Editora IMAM, 2000, 183 p.

MOURA, R.A. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais.** 5 ed. São Paulo,SP, Editora IMAM. 2005, 454 p.

PONZZEBON, M. e FREITAS, H. Pela aplicabilidade com maior rigor científico dos estudos de casos em sistemas de informação. Revista de Administração Contemporânea, Curitiba, PR, v. 2, n. 2, 32-35 ago.1998.

RAGO, S.F.T. Logística, Movimentação e Armazenagem de Materiais.**Guia do Visitante,** São Paulo, SP, São Paulo, SP: Editora LOG&MAN,. p.10-11, set. 2002.

RENTES, A.F. **TransMeth:** proposta de uma metodologia para condução de processos de transformação de empresas.2000. 121 f. Trabalho de conclusão de curso ( Graduação em Engenharia de Produção) Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP, 2000.

ROTHER, M. e SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar.** São Paulo, SP, Editora Lean Institute Brasil,1998, 245 p.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre, RS, Editora Bookman, 1996, 314 p.

SLACK, N. et al. **Administração da produção.**São Paulo, SP, Editora Atlas, 1997, 320 p.

SOUZA,A.C. **Sistemas integrados de gestão empresarial:** estudos de casos de implementação de sistemas ERP.2000.115 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em em Administração de Empresa) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2000.

WOMACK, J. P. **A mentalidade enxuta nas empresas.** Rio de Janeiro,RJ, Editora Campus, 1996, 307 p.

WOMACK, J. P.et al. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro, RJ Editora Campus,1997, 327 p.

