

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

**CONCEITOS LOGÍSTICOS APLICADOS AO SISTEMA DE
MANUFATURA ENXUTA NA FABRICAÇÃO DE CONJUNTOS
ESTRUTURAIS AERONÁUTICOS**

PAULO HENRIQUE SILVEIRA LEITE

BOTUCATU – SP

Dezembro – 2006

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

**CONCEITOS LOGÍSTICOS APLICADOS AO SISTEMA DE
MANUFATURA ENXUTA NA FABRICAÇÃO DE CONJUNTOS
ESTRUTURAIS AERONÁUTICOS**

PAULO HENRIQUE SILVEIRA LEITE

Orientador: Prof. Dr. João Alberto Borges de Araújo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu,
para obtenção do título de Tecnólogo em
Logística com ênfase em Transportes.

BOTUCATU – SP
DEZEMBRO – 2006

AGRADECIMENTOS

Foram muitos os obstáculos ultrapassados e as conquistas obtidas neste período. Houve vários momentos de abandono do convívio familiar, todos supridos pela fé em Deus e no amor que une minha família. Com esta fé e amor consegui aliviar a falta do meu pai que com minha querida mãe fizeram sempre o possível para que eu tivesse uma boa educação e me tornasse o que sou hoje.

De maneira alguma atingiria meus objetivos nos estudos não fosse à confiança e compreensão de minha esposa e filhas, pelo companheirismo de todos os meus colegas de classe, e em especial, pela sempre atenciosa Carla e pelo jovem Marcelo com seus papos interessantes nas idas e vindas para a faculdade. Leila: sei que você está torcendo por todos nós.

Conheci vários professores que com humildade e paciência sempre abriram espaço para opiniões se tornando verdadeiros camaradas. Agradeço-lhes por isto.

Agradeço a todos que de uma maneira geral contribuíram para este momento tão importante da minha vida.

E agradeço de um modo especial ao jovem Guilherme, amigo do peito que considero muito e que sempre me incentivou a iniciar novamente os estudos.

Este momento dedico a todos vocês, meus amigos, pois sozinho com certeza não teria conseguido.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS.....	II
RESUMO	VIII
I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Justificativa.....	3
1.3. Metodologia.....	4
II. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. A concepção logística na empresa.....	5
2.1.1. A logística inserida na Manufatura Enxuta.....	6
2.2. Manufatura Enxuta	7
2.2.1. Os princípios da Manufatura Enxuta	10
2.3. Mapeamento do Fluxo de Valor	11
2.3.1. Mapeamento das atividades de processo	14
2.4. JIT (<i>Just- in-Time</i>)	15
2.4.1. Histórico.....	16
2.4.2. Elementos do JIT	16
2.4.3. Fim aos desperdícios e foco na Melhoria Contínua.....	18
2.5. Manufatura celular.....	19
2.6. Layout	20
2.6.1. Tipos de <i>Layout</i> encontrados.....	21
III. INFRA-ESTRUTURA – ESTUDO DE CASO	28
3.1. A empresa – setor específico da manufatura.....	28
3.2. O caso estudado	31
3.3. Os recursos utilizados	31
3.4. As técnicas utilizadas.....	33
IV. CONCLUSÕES.....	35
4.1. Sugestões.....	36
4.1.1. Complemento das sugestões.....	39
4.2. Síntese	40
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

VI. APÊNDICES	45
6.1. Apêndice I: Mapeamento das Atividades de Processo	46
6.2. Apêndice II: Mapeamento das Atividades de Processo	47
6.3. Apêndice III: Mapeamento das Atividades de Processo.....	48
6.4. Apêndice IV: Mapeamento das Atividades de Processo	49
VII. ANEXOS.....	50
7.1. Anexo I – Portaria Interministerial	51

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Diagrama da produção enxuta	10
Figura 2 – Exemplo de um mapa do fluxo de valor	12
Figura 3 – Exemplos de aplicação de layout posicional – estaleiro	22
Figura 4 – Exemplos de aplicação de layout funcional – oficina	23
Figura 5 – Exemplos de aplicação de layout linear – linha de montagem	24
Figura 6 – Exemplos de aplicação de layout celular ou por grupo	26
Figura 7 – Partes de uma aeronave	29
Figura 8 – <i>Layout</i> analisado	32
Figura 9 – Detalhe da célula de trabalho do <i>layout</i> analisado	33
Figura 10 – Tempo gasto no fluxo de cada atividade	35
Figura 11 – <i>Layout</i> analisado com alterações	37
Figura 12 - Detalhe da célula de trabalho do <i>layout</i> analisado com mudanças	38
Figura 13 – Comparação entre as fases do estudo	39

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 – Migração na forma de produzir bens	07
Quadro 2 – Ferramentas da produção enxuta	14

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Exemplo de uma manufatura de alfinetes	15
Tabela 2 - Critérios e vantagens na adoção de tipos de layout em função de variáveis de gestão e fatores de produção	25

RESUMO

A Manufatura Enxuta se caracteriza por um modo diferente de produção onde os recursos são otimizados e os resultados são melhorados. Este trabalho apresenta sua origem e conceitos além de citar suas principais ferramentas como o mapeamento das atividades de processo, as técnicas de *Just-in-Time* e tipos de *layout*. Sob o prisma da logística é enfocada a redução da movimentação do operador e do produto no ambiente de produção de uma indústria aeronáutica. Porém, é necessário provar e convencer os “donos do processo” de que a mudança é de fato benéfica, o que não é tarefa fácil, pois, como é sabido, nem todos estão preparados para aceitar mudanças em sua rotina. É compreensível que muitas organizações relutem em empreender iniciativas de melhoria somente pela fé. Normalmente, querem ver benefícios concretos que justifiquem os pesados investimentos de tempo, energia e recursos financeiros em um esforço de transformação bem sucedido. De posse destes conceitos e ferramentas espera-se demonstrar com este trabalho que, na fabricação de conjuntos estruturais aeronáuticos que já atingiram a maturidade no seu ciclo de vida, ainda é possível haver substancial ganho de produtividade com um mínimo de investimento.

I. INTRODUÇÃO

O conhecimento existente no campo da administração da produção passou por modificações tão intensas nos últimos anos como talvez nenhuma outra função ligada à organização industrial tenha passado. Em alguns casos a administração da produção assistiu o surgimento de novas filosofias como o *Just-in-Time* - JIT, e em outras ocasiões novas teorias, ferramentas e técnicas foram apresentadas àqueles envolvidos com as questões ligadas à gestão dos sistemas produtivos.

A produção enxuta, também conhecida como produção ágil ou produção de classe mundial, representa uma teoria que ganhou credibilidade ao nascer da sistematização da prática das empresas e que vem sendo desenvolvida intensamente nos últimos anos.

Os princípios por trás da produção enxuta não são rigorosamente novos; muitos deles como cita Machado (2006) podem ter suas origens rastreadas nos trabalhos de pioneiros como Taylor e seus princípios da administração científica, Gilbreth (1911) com os estudos de movimentos no posto de trabalho, Skinner (1969) com seus estudos de estratégias de produção, Deming (1986) em suas pesquisas sobre qualidade, além de vários outros pesquisadores contemporâneos (por exemplo, Shingo, 1988, Hill, 1993, Voss & Karlson, 1994).

Conforme Ballou (1993) cita na sua visão do futuro da logística, o transporte aéreo será um componente importante na modernização da comercialização internacional. O mesmo Ballou propõe, inclusive, novos caminhos tecnológicos para os projetos aeronáuticos como a alteração na propulsão e nas estruturas das aeronaves, por exemplo.

Mas ainda há muito que fazer para tornar o custo das aeronaves mais acessíveis mesmo numa indústria do ramo aeronáutico cujo produto tem tecnologia de vanguarda em comparação a outros setores. Um dos caminhos deste aprendizado passa com certeza pela redução de desperdícios e no foco das atividades que agregam valor.

Neste contexto, a logística tem um vasto campo de aplicação desde o estudo de toda cadeia de suprimentos até os pormenores das atividades de produção.

A adoção destas técnicas envolve a mudança de cultura das pessoas em todos os níveis hierárquicos da empresa, o que não é tarefa fácil. Porém, a história nos mostra que com muitas pessoas fazendo o “pouco” obtêm-se melhores resultados que poucas fazendo o “muito”.

1.1. Objetivos

Reduzir custos de produção sem perder a qualidade, acelerando o tempo de montagem sem prejuízo da segurança e elevando as vendas é um desafio que vem preocupando as empresas da indústria aeronáutica mundial. (Revista Logística - 2005)

As empresas e fornecedores estão envolvidos na meta de tornar seus processos mais enxutos, tal como o modelo de produção liderado pela montadora japonesa Toyota, um desafio e tanto se levado em consideração que os produtos - carros e aeronaves apresentam complexidade e tamanhos bem distintos.

Na indústria aeronáutica pesa ainda o fato das companhias aéreas exigirem mais personalização do que compradores de carros, o que encarece a produção, assim como a quantidade de peças envolvidas na montagem e os regulamentos de segurança, que tornam o processo ainda mais complexo e oneroso.

Voltar à condição de aprendiz da filosofia da Toyota, onde trabalhar duro para simplificar as coisas poupa muito dinheiro, resultou em novas formas de trabalho.

O desafiador na montagem de um avião é fabricar produtos de alta qualidade e sem defeitos ao menor custo possível, e entregá-los dentro do prazo requerido

pelos clientes.

O presente trabalho trata dos conceitos logísticos ligados ao tema da Manufatura Enxuta, também conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP), o qual teve início na década de 1950, no Japão, mais especificamente na Toyota. De acordo com Womack *et al.* (1992), foram Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota, que perceberam que a manufatura em massa não funcionaria no Japão e, então, adotaram uma nova abordagem para a produção, a qual objetivava a eliminação de desperdícios. Para conseguir esse objetivo, técnicas como produção em pequenos lotes, redução de *set up*, redução de estoques, alto foco na qualidade, dentre outras, eram utilizadas. Essa nova abordagem passou a ser conhecida como Sistema Toyota de Produção.

O objetivo deste trabalho é demonstrar que com a utilização de processos cada vez menos complexos é possível obter a redução dos custos e *lead time* na fabricação de conjuntos estruturais aeronáuticos.

Não se abordará neste trabalho todas as ferramentas que a manufatura enxuta nos disponibiliza. Procurar-se-á focar os desperdícios na movimentação dentro de um dado setor e como a observação com foco logístico nos permite criticar seu estado atual e propor soluções ideais.

1.2. Justificativa

Na fabricação de produtos com alto valor agregado como acontece no caso de aeronaves de uso militar, os contratos de venda definem a vida útil do projeto. Basicamente um projeto de aeronaves destinadas a clientes especiais (ex: de uso militar) tem um alto custo, baixa cadência e com poucas unidades vendidas ao longo de sua vida.

Na fase de elaboração do projeto, a EIP (engenharia integrada de produto) define os processos, ferramentais e fluxos a serem utilizados durante toda a duração do processo produtivo. A maior parte dos investimentos acontece nesta fase, sendo que após ter atingido sua maturidade produtiva os recursos tornam-se escassos ficando inviável o investimento em novos sistemas e equipamentos devido ao declínio da demanda.

Várias empresas com o intuito de motivar os funcionários promovem programas de participação premiando as idéias que venham a reduzir tempos ou custos na fabricação. Porém, estas idéias são dispersas causando apenas melhorias superficiais em dado processo.

A simples utilização de métodos de observação e coleta de dados focada, por exemplo, na redução de movimentação ou transporte indevido trazem dados significativos que podem causar uma revolução nos processos usuais da empresa.

O estudo da logística nos possibilita visão ampla desta situação e aliada aos conceitos preconizados pelo STP (Sistema Toyota de Produção) torna-se uma ferramenta importantíssima para caracterização do quadro atual e futuro do objeto de estudo.

A utilização destas técnicas permite a participação de todos os envolvidos no sistema obtendo resultados satisfatórios em prazos relativamente curtos e com baixos custos.

1.3. Metodologia

Este trabalho realiza uma revisão bibliográfica sobre os conceitos da Manufatura Enxuta, do *Just-in-Time* e suas interligações com os conceitos logísticos descrevendo suas principais ferramentas e como estes conceitos podem ser aplicados na prática na indústria de conjuntos estruturais aeronáuticos.

No capítulo 2 referente à revisão bibliográfica faz-se uma abordagem inicial sobre a inserção da logística na empresa e sua importância na aplicação dos métodos de melhoria contínua dentro das empresas. Descreve-se também a origem da Manufatura Enxuta, seus princípios e em especial o mapeamento do fluxo de valor.

Como parte integrante do processo de melhoria contínua o JIT (*Just-in-Time*) também é abordado neste capítulo bem como seus princípios e elementos.

Ainda no mesmo capítulo abordam-se as características da manufatura celular e as formas de *layout* possíveis, pois o estudo de caso discorrerá sobre as alterações físicas no setor de produção.

No capítulo 3 apresenta-se o estudo de caso descrevendo as características da empresa, do setor específico a ser estudado. O produto a ser analisado é descrito com suas particularidades e funções.

Serão descritos neste capítulo os recursos e métodos utilizados para realização do estudo de caso.

Utilizando figuras e tabelas, mostram-se os cenários atuais e posteriormente as possíveis melhorias passíveis de realização. No capítulo 4 são efetuadas as sugestões e seus complementos além da conclusão à cerca dos resultados obtidos.

II. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A concepção logística na empresa

Segundo Ballou (1993), a concepção logística de agrupar conjuntamente as atividades relacionadas ao fluxo de produtos e serviços para administrá-las de forma coletiva é uma evolução natural do pensamento administrativo. As atividades de transporte, estoques e comunicações iniciaram-se antes mesmo da existência de um comércio ativo entre regiões vizinhas. Hoje, as empresas devem realizar essas mesmas atividades como uma parte essencial de seus negócios, a fim de prover seus clientes com os bens e serviços que eles desejam. Entretanto, a administração de empresas nem sempre se preocupou em focalizar o controle e a coordenação coletivas de todas as atividades logísticas. Somente nos últimos anos é que ganhos substanciais nos custos foram conseguidos, graças á coordenação cuidadosa destas atividades. O ganho potencial resultante de se rever à administração das atividades logísticas está transformando a disciplina numa área de importância vital para uma grande variedade de empresas.

2.1.1. A logística inserida na Manufatura Enxuta

Ainda conforme cita Ballou (1993), muitas pessoas estudam logística porque é assunto, além de interessante, essencial, o que certamente as tornam mais informadas. Contudo, existem motivos mais pragmáticos para se despendar algum tempo aprendendo este assunto.

Não existe talvez nenhuma razão mais importante para um jovem do que a perspectiva de um bom emprego ou, para o executivo ambicioso, do que a perspectiva de uma posição melhor. A maioria das firmas de serviços ou agências e instituições governamentais, assim como todas as empresas privadas, necessitam do auxílio de um especialista em logística em variados graus. Porém, o que infelizmente temos observado é que a maioria destas empresas acabam colocando estas funções logísticas em segundo plano e na contratação de novos profissionais, relegam a logística em detrimento de outras especializações (técnicos mecânicos, engenheiros elétricos, etc.) fazendo com que este novo profissional acumule funções. Em alguns casos, a demanda por profissionais em logística tem sido superior à oferta de pessoal treinado, sendo esta escassez particularmente aguda em nível de gerência. Isto tem levado à contratação de pessoal externo à organização logística e sem treinamento formal na área.

No que tange ao sistema de produção enxuto, o profissional de logística tem amplas condições de aplicar suas técnicas na redução da movimentação, além de ser preparado para efetuar críticas e sugestões.

Outro fator importante é que o papel do operário em um sistema enxuto muda radicalmente. Do operário considerado uma peça na engrenagem da produção em massa, este passa a um elemento "inteligente", necessário ao crescimento na busca da qualidade do processo de produção. Consequentemente muda a maneira de se encarar o "treinamento" desse operário. Em vez dos operários submissos e disciplinados a uma determinada rotina de trabalho, busca-se a formação do indivíduo em seu trabalho, onde suas qualidades enquanto seres pensantes são valorizadas. O tecnólogo em logística encaixa-se perfeitamente neste contexto.

2.2. Manufatura Enxuta

O termo Produção Enxuta foi criado no início da década de 90 para nomear o “*Thinking Process*” de Taichi Ohno e o conjunto de métodos que descrevem o sistema de produção da Toyota Motor Company. Este termo foi popularizado no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (WOMACK et al., 1992), o qual ilustra claramente a significativa diferença de desempenho obtido pela implantação dos conceitos de Produção Enxuta na indústria automobilística japonesa, em comparação com a indústria ocidental.

Conforme Schappo (2006) “A base do sistema Toyota de produção é a absoluta eliminação do desperdício” sendo um sistema integrado de princípios, técnicas operacionais e ferramentas que levam à incessante busca pela excelência na criação de valor para o cliente.

Estes princípios alteraram radicalmente a forma de produzir bens por duas vezes no século passado:

- Ford e Sloan – da Produção Artesanal para a Produção em Massa;
- Toyota e Ohno – da Produção em Massa para a Produção Enxuta.

O quadro 1 abaixo retrata as alterações na forma de produzir bens, sofridas na manufatura.

Quadro 1 – Migração na forma de produzir bens

	Artesanal	"em Massa"	Enxuta
Produção	Uma peça por vez	"Em massa"	Somente quando o cliente solicitar
Volume de produção	Baixo volume	Foco no volume de produção	Possibilita alto volume de produção se existir demanda
Ferramentas	Simples e flexíveis	Máquinas caras e pouco versáteis	<i>Right sized tools</i>
Qualidade	O que puder ser feito	Bom o suficiente	Busca constante pela perfeição
Cliente/Mercado	Produto definido pelo Cliente	Produz uma opção padrão para o mercado	Produz diversas opções de produtos para escolha
Funcionário	Altamente especializado	Semi qualificado em trabalho monótono	Qualificado e multifuncional (responsável pelo seu trabalho)
Custo	Altíssimo	Baixo	Mais baixo ainda!!!

Fonte: SCHAPPO (2006)

Womack et al (1992) também cita que o termo *Lean Manufacturing*, também conhecido como *Lean Production*, *Lean Thinking*, Manufatura Enxuta ou Sistema Toyota de Produção, surgiu de estudos do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) no Japão após a segunda guerra mundial, pioneiramente introduzidas pelo engenheiro chefe da Toyota Taiichi Ohno

Atualmente coexistem várias definições para a Manufatura Enxuta (ME). Womack et al (1992), por exemplo, define ME como uma abordagem que busca uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, segundo a qual é possível fazer cada vez mais com menos (menos equipamento, menos esforço humano, menos tempo, etc.). Segundo Godinho et al (2003), a abordagem da ME engloba ampla variedade de práticas gerenciais, incluindo *Just-in-Time*, sistemas de qualidade, manufatura celular, entre outros. Ainda de acordo com esse autor, o ponto fundamental da ME é que essas práticas devem trabalhar de maneira sinérgica para criar um sistema de alta qualidade que fabrica produtos no ritmo que o cliente deseja, sem desperdícios. Nas palavras de Godinho et al (2003), "o *Just-in-Time* é somente um meio para se alcançar o verdadeiro objetivo do Sistema Toyota de Produção que é o de aumentar o lucro através da completa eliminação dos desperdícios".

Para entender melhor a produção enxuta, torna-se necessário defini-la. Nesse sentido Womack et al. (1992) modelam essa nova filosofia de produção da seguinte maneira:

- É um sistema produtivo integrado, com enfoque no fluxo de produção, produção em pequenos lotes segundo a filosofia *Just-in-Time* e um nível reduzido de estoques;
- Envolve ações de prevenção de defeitos em vez da correção;
- Trabalha com produção puxada em vez da produção empurrada baseada em previsões de demanda;
- É flexível, sendo organizada através de times de trabalho formados por mão-de-obra;
- Polivalente;
- Pratica um envolvimento ativo na solução das causas de problemas com vistas à maximização da agregação de valor ao produto final;

— Trabalha com um relacionamento de parceria intensivo desde o primeiro fornecedor até o cliente final.

Seu conceito parte do princípio de que há desperdício em todos os lugares em uma organização e que ainda, segundo Moraes (2006) a Manufatura Enxuta surge como um antídoto para se fazer cada vez mais com cada vez menos, e sempre com o objetivo de oferecer aos clientes o que eles realmente desejam no tempo que necessitarem. O objetivo é tornar as empresas mais flexíveis e capazes de responder efetivamente às necessidades dos clientes e ainda conseguir desenvolver, produzir e distribuir produtos com menos esforço humano, espaço, recursos, tempo e despesas globais.

Seus benefícios em relação aos sistemas de produção em massa são conseguidos principalmente por meio de:

- Produção integrada, com pequenos estoques, usando gerenciamento JIT (*Just-in-Time*);
- Produção puxada pelos clientes (ao invés de empurrada);
- Ênfase na prevenção no controle da qualidade, em lugar da detecção ou correção;
- Trabalho organizado em equipes;
- Poucos níveis hierárquicos;
- Equipes polivalentes dedicadas à eliminação de atividades que não agregam valor;
- Integração de toda a rede de suprimento, desde a matéria-prima até o cliente final.

Entre as características fundamentais do sistema "enxuto" estão: estabilidade e comprometimento com a empresa; poder de decisão distribuído; achatamento da hierarquia; ação cooperativa; trabalho em equipe; ferramentas flexíveis; sistema orientado para o cliente ("puxar" versus "empurrar"); etc. A figura 1 representa diagramaticamente a produção enxuta como um *continuum* de melhorias a partir da produção "em massa", viabilizadas por conceitos e mecanismos desencadeadores, como por exemplo, flexibilidade, *Just-in-Time*, puxar versus empurrar, etc.

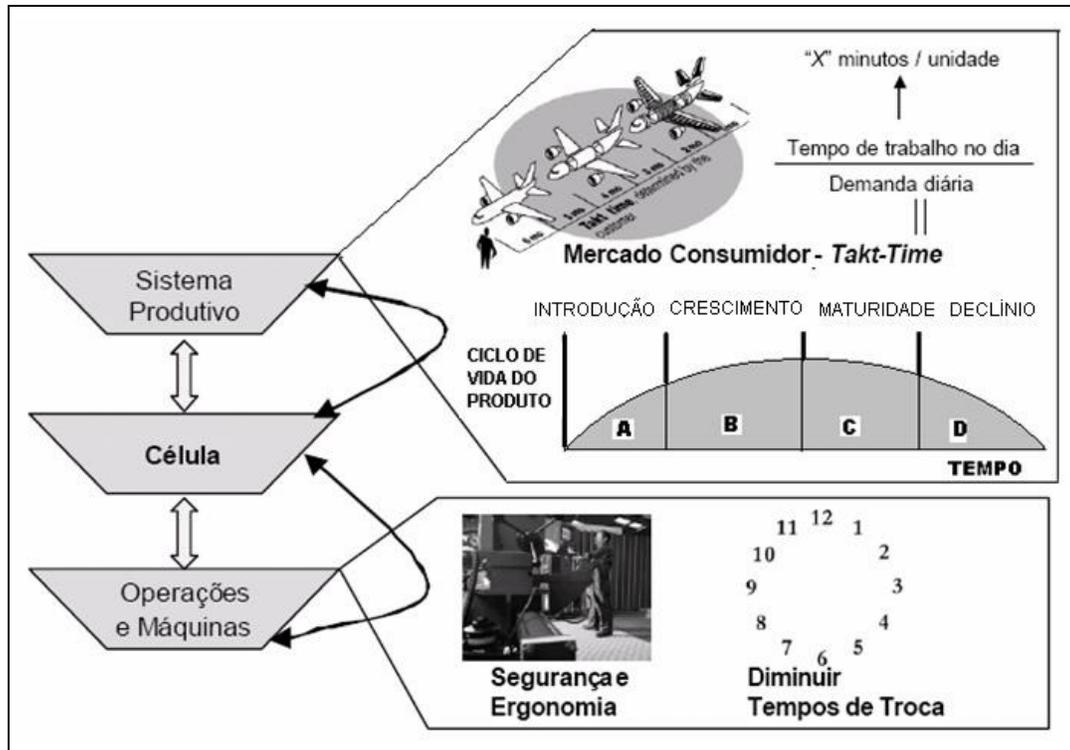


Figura 1: Diagrama da Produção Enxuta

Fonte: Hominiss (2006)

2.2.1. Os princípios da Manufatura Enxuta

Conforme o *Lean Institute Brasil* (2006), a Manufatura Enxuta baseia-se em cinco princípios fundamentais que são o resumo de todo o pensamento enxuto, a citar:

— **Especifique Valor:** é o ponto de partida e deve começar com uma tentativa consciente de definir precisamente valor em termos de produtos específicos, com capacidades específicas, oferecidas a preços específicos por meio de diálogo com clientes específicos. Para fazer isto, é preciso ignorar os ativos e a tecnologia existente e repensar as empresas com bases em uma linha de produtos com equipes de produtos fortes e dedicadas.

— **Identifique a Cadeia de Valor:** é o mapeamento do conjunto de todas as atividades para se levar um produto específico a passar pelas tarefas de desenvolvimento do produto (da concepção até o lançamento do produto), gerenciamento da informação (vai do recebimento do pedido até a entrega), e transformação física propriamente dita (da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente).

— **Fluxo:** é necessário fazer com que as etapas que criam valor, fluam. Isso exige uma mudança completa de mentalidade, buscando quebrar a visão intuitiva de se enxergar as empresas por funções e departamentos, o que significa longas esperas para a passagem entre departamentos.

— **Produção Puxada:** é suprir as necessidades dos clientes no momento que quiserem, permitindo que o cliente puxe o produto da empresa quando necessário, em vez de empurrar muitas vezes produtos indesejados.

— **Perfeição:** fazer os quatro princípios anteriores interagirem em um círculo poderoso na eliminação de muda (especificar valor com precisão, identificar a cadeia de valor como um todo, fazer com que os passos da cadeia de valor fluam e os clientes puxem), ocasionando uma redução de esforços, tempo, espaço, custo e erro, podendo ainda oferecer produtos cada vez mais próximo das necessidades dos clientes.

Encadeando-se esses cinco princípios, conforme Moraes (2006), nota-se que a força de transformação da iniciativa enxuta está na especificação correta do valor para o consumidor final, acabando com a tradicional forma de cada membro da cadeia de valor especificar de forma diferente; na identificação de todas as ações que levam um produto da concepção ao lançamento, do pedido a entrega, da matéria-prima às mãos do cliente no decorrer da vida útil do produto. Também, na eliminação das atividades que não agregam valor e na estimulação de ações que adicionam valor a ocorrerem em um fluxo contínuo e puxado pelos clientes; e finalmente na análise dos resultados e na criação de um novo processo, estimulando-o por toda a vida do produto.

Quando se analisa a estrutura conceitual do modelo de produção enxuta através de sua definição, suas diretrizes e princípios constata-se que de uma maneira geral a abrangência de tal teoria envolve todas as principais dimensões competitivas (Slack, 1993), como a qualidade, a velocidade, a confiabilidade, a flexibilidade e os custos.

2.3. Mapeamento do Fluxo de Valor

O conceito conhecido como *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta, visa levar as empresas ao que se chama de organização enxuta por meio da eliminação de desperdício em toda a cadeia de valor da empresa, alinhando atividades da melhor forma, no sentido de se obter empresas mais flexíveis e capazes de responder

efetivamente às necessidades dos clientes.

Para a Manufatura Enxuta ser bem sucedida, um dos mais importantes dos cinco princípios segundo Moraes (2006), mas nem por isso amplamente utilizado, enfatiza a identificação ou mapeamento da cadeia de valor para obter transparência e visibilidade de seu fluxo e expor seus desperdícios. Este princípio é fundamental para que a gestão da cadeia de suprimentos ocorra eficientemente, viabilizando a redução de desperdícios dentro e entre as empresas.

O Mapeamento do Fluxo de Valor, em particular, é uma ferramenta bastante interessante e tem sido uma das mais utilizadas nas aplicações da Produção Enxuta. A monitoração do fluxo de valor compreende no conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a obtenção de matéria prima até a entrega ao consumidor do produto final. Esta ferramenta, introduzida por Mike Rother e John Shook (ROTHER & SHOOK, 1999), é um método de modelagem de empresas relativamente simples (utiliza papel e lápis) com um procedimento para construção de cenários de manufatura. Esta modelagem ajuda bastante no processo de visualização da situação atual e na construção da situação futura.

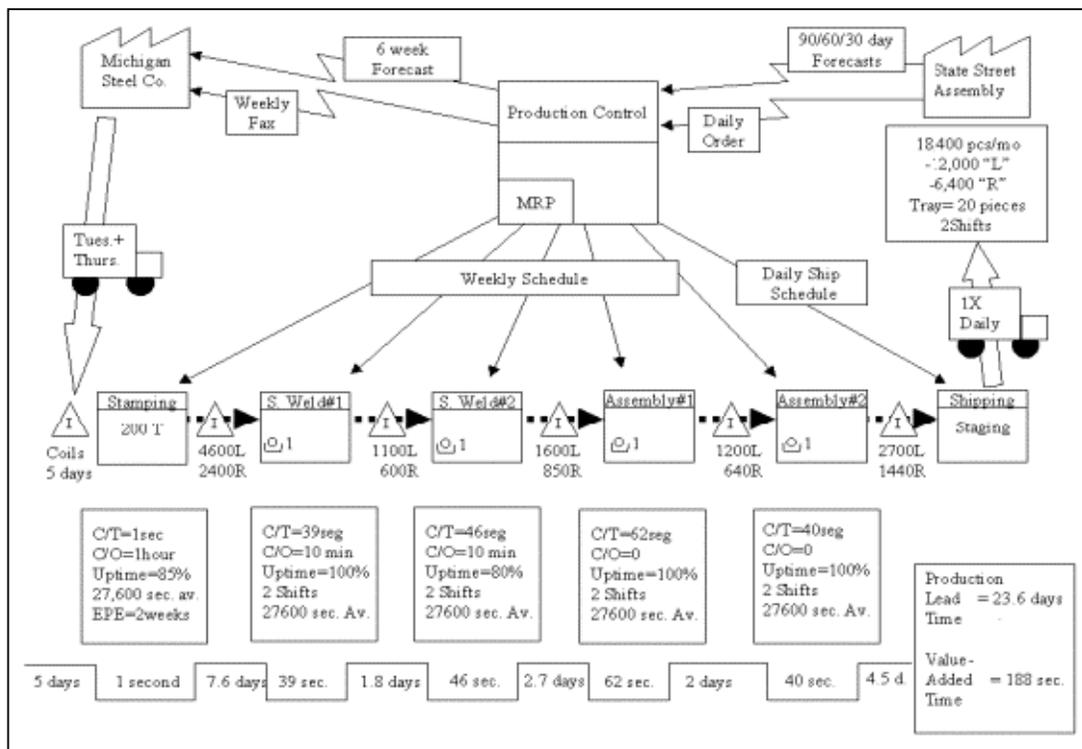


Figura 2 – Exemplo de um mapa do fluxo de valor.

Fonte: Hines & Taylor, 2000.

O Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta essencial, pois, você pode enxergar o fluxo de todo o processo e isto nos ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Como vantagem da implantação do Mapeamento do Fluxo de Valor pode-se citar:

- Ajuda a identificar as fontes do desperdício;
- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura;
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você possa discuti-las;
- Junta conceitos e técnicas enxutas;
- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

A meta que se pretende alcançar pela Análise do Fluxo de Valor é a obtenção de um fluxo contínuo, orientado pelas necessidades dos clientes, desde a matéria prima até o produto final.

Analisar o Fluxo de Valor é construir uma representação da cadeia de produção onde os processos individuais estejam ligados aos seus clientes ou por meio de fluxo contínuo ou produção puxada. A idéia é aproximar cada processo de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam (produção puxada).

O ponto de partida para a Mentalidade Enxuta consiste em definir o que é valor. A identificação da cadeia de valor significa dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos:

- Aqueles que não geram valor;
- Aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção da qualidade;
- Aqueles que não agregam valor e devem ser evitados imediatamente.

Mapeamento de fluxo de valor, segundo Ferro (2003), é uma ferramenta fundamental para se atingir os objetivos da filosofia de Manufatura Enxuta. Através do desenho do fluxo de materiais e de informações de todas as etapas que percorre o produto/serviço, é possível identificar grandes focos de desperdício, sugerir novas alternativas e um plano de ação com as etapas que deverão ser cumpridas para se chegar à situação ideal.

No nosso estudo focalizaremos um dado setor de produção onde a elaboração do mapa do fluxo de valor é ignorada em detrimento das diversas ferramentas que podem ser utilizadas para completá-lo. No nosso caso, ferramentas que nos permitam medir o desperdício na movimentação durante a produção.

2.3.1. Mapeamento das atividades de processo

Quando se trabalha com o mapa do fluxo de valor tem-se que lançar mão de algumas ferramentas para preencher as lacunas na sua construção.

O quadro a seguir mostra quais são as ferramentas e para qual tipo de desperdícios estas são indicadas. Mostra também a capacidade de detalhamento de cada tipo de desperdício para cada ferramenta. Nesta tabela esta capacidade é classificada como: ferramenta adequada (sim), ferramenta não adequada (não) e ferramenta mais ou menos adequada (mais ou menos), (Hines & Taylor, 2000).

Quadro 2: Ferramentas da Produção Enxuta

		Ferramentas					
		Mapeamento de Atividade do Processo	Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos	Funil de Variedade de Produção	Mapa de Filtro de Qualidade	Mapa de Amplificação de Demanda	Perfil de Tempo de Valor Agregado
Desperdícios	Superprodução	Mais ou menos	Mais ou menos	Não	Mais ou menos	Mais ou menos	Sim
	Defeitos	Mais ou menos	Não	Não	Sim	Não	Mais ou menos
	Inventário Desnecessário	Mais ou menos	Sim	Mais ou menos	Não	Sim	Mais ou menos
	Processo Inadequado	Sim	Não	Mais ou menos	Mais ou menos	Não	Mais ou menos
	Transporte Excessivo	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
	Esperas	Sim	Sim	Mais ou menos	Não	Mais ou menos	Mais ou menos
	Movimentação Desnecessária	Sim	Mais ou menos	Não	Não	Não	Não

Fonte: Hines & Taylor, 2000.

No objeto de estudo a proposta está em medir a movimentação do operador e do produto durante seu processo de montagem e neste caso o Mapeamento de Atividade de Processo é o mais indicado.

Tabela 1 – exemplo de uma manufatura de alfinetes.

Passo	Fluxo	Maquina	Dist. (m)	Time. (m)	Pessoas	Símbolos			
		Ferramenta				○	⇒	□	▽
Cortar e chanfrear	○	Cutter		60	1				
Transportar	⇒	Crane	20	5	2				
Inspeção	□	Calipers		10	2				
Retrabalhar	▽	Bag		70	2				
Transportar	⇒	Crane	10	3	2				
Polir superfície	○	Polisher		15	1				
Transportar	⇒	Crane	20	5	2				
Medir diâmetro	□	Calipers		5	2				
Transportar	⇒	Crane	20	5	2				
Inspeccionar	□			10	2				
Transportar	⇒	Crane	15	4	2				
Retrabalhar	▽			10	2				
Armazenar	▽			50					
Total		13 passos	85 m	252 min		2 vezes	5 vezes	3 vezes	3 vezes
						22 75 min	22 min	25 min	130 min

Fonte: Hines & Taylor, 2000

Mapeamento de atividades do processo (*Process activity mapping*) é usualmente a ferramenta mais utilizada para identificar *lead time* e oportunidades de produtividade para os fluxos de produto e informação, não somente na fábrica, mas em outras áreas da cadeia de suprimentos.

A idéia desta técnica é mapear todas as atividades que ocorrem durante o processo de produção. O mapa acima foi feito para o chão de fábrica de uma fábrica de alfinetes com uma ilustração do mapa do fluxo. É importante lembrar que existe maior desperdício no fluxo de informação do que no chão de fábrica, então mapear o fluxo de informação é tão importante quanto o fluxo físico do produto.

Em posse deste mapeamento, mesmo sendo para um setor específico, pode-se lançar mão de ferramentas de melhoria contínua como o *Just-in-Time*.

2.4. JIT (*Just-in-Time*)

Uma das ferramentas essenciais para que a manufatura enxuta obtenha sucesso é a implantação e o bom funcionamento da ferramenta de gestão de produção *Just-in-Time*. É um modelo de gestão da produção em que os componentes necessários à produção são fornecidos somente no momento que serão usados na produção.

Como cita Slack (1997), a produção empurrada faz com que o centro de trabalho anterior empurre o trabalho para o centro de trabalho seguinte sem levar em conta se este poderá utilizá-lo. Estes centros são coordenados por um sistema central de planejamento de controle de operações, cujos planos, na prática acabam não ocorrendo

como havia sido previsto. Desta maneira, tempo ocioso, estoque e filas emolduram frequentemente o sistema empurrado.

A produção *Just-in-Time* é puxada. Isto significa que um produto só é fabricado quando é feito um pedido de compra por parte do cliente. É provocada uma reação em cadeia para trás que vai até a requisição dos insumos necessários à produção junto aos fornecedores.

Conforme Moraes (2006) a implantação de um sistema de produção JIT requer uma grande flexibilidade na programação da linha de produção e também uma ótima sincronia de trabalho entre os clientes e seus fornecedores.

2.4.1. Histórico

O JIT surgiu no Japão em meados da década de 70, sendo sua idéia e seu desenvolvimento creditados a Toyota Motor Co, a qual buscava um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículo com o mínimo atraso.

O sistema de “puxar” a produção a partir da demanda, produzindo em cada etapa somente os itens necessários, nas quantidades necessárias e no momento necessário, ficou conhecido no Ocidente como sistema *Kanban*.

O JIT é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração da produção, sendo considerado como uma completa filosofia, a qual inclui aspectos de administração, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.

Alguns aspectos da filosofia *Just-in-Time*:

- Eliminação de estoques;
- Eliminação de desperdícios;
- Manufatura de fluxo Contínuo;
- Esforço contínuo na resolução de problemas;
- Melhoria contínua dos processos.

2.4.2. Elementos do JIT

Como o *Just-in-Time* é amplamente estudado citar-se-á alguns dos

principais elementos voltados para nosso objeto de estudo:

— **Redução dos estoques:** O JIT tem como objetivos principais a eliminação de desperdícios e o melhoramento contínuo do processo. Muitos destes desperdícios são evitados com a identificação de problemas que costumam ficar escondidos atrás dos estoques excessivos.

— **Lead Time:** A redução dos tempos envolvidos no processo de produção é importante para aumentar a flexibilidade da empresa em relação ao seu concorrente.

— **Setup:** A redução de *Setup* se constitui em uma das maneiras seguras de aumentar a flexibilidade da produção. Diminuindo este tempo de *setup*, as empresas podem atender seus clientes de maneira mais rápida, principalmente nos momentos em que ele mais precisar.

— **Diminuição dos estoques:** Um dos principais pilares do sistema JIT é a redução dos lotes de produção, estes estoques quando menores forçam os erros que venham a existir no processo a aparecerem e também acabam com capital de giro empastado nos altos estoques.

— **Kanban:** O *Kanban* funciona como requisições de produção, sistema de emissão de requisições e ordens de produção.

— **Layout:** O arranjo físico celular é geralmente utilizado nas empresas que adotam o JIT. Os postos de trabalho são bastante próximos, e isto evita gastos com transportes dos materiais de um posto para outro.

— **Envolvimento de mão-de-obra direta:** Nas empresas que adotam o JIT, há em geral uma maior participação e envolvimento da mão-de-obra. Os colaboradores são geralmente polivalentes, controlam a qualidade do produto, fazem pequenas manutenções e podem parar as linhas de montagem se ocorrer algum problema. Os colaboradores são incentivados a participarem do processo através de sugestões e de grupos de trabalho para resolução de problemas.

— **Gestão de Qualidade:** A qualidade se constitui em um dos mais importantes elementos do programa JIT. Deve-se aumentar a produtividade, obter alta qualidade e manter esta alta qualidade.

— **Kaizen:** É uma estratégia de melhoria contínua responsável pelo progresso industrial e sucesso competitivo. O *Kaizen* nunca terá fim, sempre que for necessário modificar as linhas de produção para se obter ganho de produtividade

melhoramento da qualidade, redução do *setup* ou redução do estoque em processo será feito um *Kaizen*.

2.4.3. Fim aos desperdícios e foco na Melhoria Contínua

O sistema JIT pode ser definido como um sistema de manufatura cujo objetivo é aperfeiçoar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios.

Os desperdícios atacados podem ser de várias formas:

- Desperdício de superprodução;
- Desperdício de material estocado;
- Desperdício de processo;
- Desperdício de movimentação dos operadores;
- Desperdícios com produtos defeituosos;
- Desperdício com transportes;
- Desperdícios de estoques.

As metas colocadas pelo JIT em relação aos vários problemas de produção são:

- Zero de defeito;
- Tempo zero de preparação (*setup*);
- Estoque zero;
- Movimentação zero;
- Quebra zero;
- Lead Time zero;
- Lote unitário.

A Manufatura Enxuta tem como objetivo otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios. Suas metas de trabalho são a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir neste cenário globalizado. Trata-se de uma visão bastante similar ao conceito de JIT, com a diferença que ele introduz novas ferramentas as quais trabalham integradas ao elenco tradicional de ferramentas do JIT.

Para minimizar os desperdícios de produção, seus efeitos e prosseguir com a busca contínua de “zero defeitos, tempo de preparação zero, estoque

zero, movimentação zero, quebra zero, lead time zero e lote unitário”, a Produção Enxuta lança mão de algumas técnicas e ferramentas como o *Layout Celular*, o *Kanban*, o Mapeamento do Fluxo de Valor, dentre outras.

2.5. Manufatura celular

A adoção da manufatura celular no chão de fábrica promove o aumento da qualidade, diminuições das perdas fazendo com que a resposta e a velocidade no processamento sejam maiores e é definida como um grupo de processos em ordem para que componentes ou produtos sejam produzidos em um fluxo através do sistema.

Em uma célula, os processos são fisicamente localizados perto um dos outros, fazendo com que a movimentação de materiais e as áreas de estoques sejam minimizadas.

Tradicionalmente, máquinas iguais são localizadas juntas em departamentos. A desvantagem do layout de chão de fábrica tradicional é a criação de barreiras de distâncias e tempos entre operações subseqüentes. O aumento da movimentação de materiais, estoques em processo e retrabalhos são resultados dessas barreiras porque a detecção do problema e as ações corretivas não acontecem no tempo certo. Removendo essas barreiras entre processos subseqüentes, os problemas tornam-se evidentes quando ocorrem, facilitando a pesquisa das causas e soluções para o mesmo.

Na manufatura celular, as máquinas são agrupadas por produtos ou família de produtos para qual são dedicadas, reduz-se o estoque em processo entre as operações, as perdas e os retrabalhos. Segundo Slack (1997), adotando células de manufatura, as empresas podem ter vários benefícios tais como maior qualidade e redução dos tempos sendo obtidas com operadores polivalentes, os fluxos de materiais mais simplificados e redução do estoque em processo através do uso de *Kanbans*, maior facilidade de identificação de gargalos, etc.

Para Conceição (2005) as vantagens de se adotar a manufatura celular está na ampliação da flexibilidade nos processos, facilidade para se isolar e ou resolver problemas, redução e controle de custos, redução de prazos de entrega ou aumento de produção, controle de estoques, melhoria da qualidade, controle de perdas, eliminação de refugos, focalização de novos critérios de projeto e introdução de novas tecnologias nos processos. Para Schappo (2006), é cada vez maior o número de empresas que mudam seu

layout de funcional para o celular visando à redução do tamanho dos lotes de produção, conseqüentemente os estoques intermediários e a necessidade de maior quantidade de mão-de-obra para todo o processo, uma vez que os principais responsáveis pelos altos custos de produção são os níveis de estoque, tempos de *setup*, *Lead Time* produtivo, quantidade de mão-de-obra para produzir, qualidade e outros recursos de suporte.

Um elemento extremamente importante na manufatura celular é a poli valência da mão-de-obra. O ideal é que todo o operador conheça todas as operações da célula e, a célula seja responsável pelo produto do começo ao fim da produção.

2.6. Layout

Desenvolvendo o conteúdo relacionado para o auxílio na Manufatura Enxuta, o *Layout* procura demonstrar através dos arranjos físicos, o posicionamento de ferramentas e itens necessários à produção de um produto, auxiliando nas estratégias e decisões para melhores desempenhos.

Menegon e Camarotto (2002/2003) definem *layout* industrial como a representação espacial dos fatores que concorrem para a produção envolvendo homens, materiais e equipamentos, e as suas interações.

Matos (1998) descreve que *layout* da fábrica é a disposição física do equipamento Industrial. Inclui o espaço necessário para movimentação de material, armazenamento, mão-de-obra indireta e todas as outras atividades e serviços dependentes além do equipamento de operação e o pessoal que o opera. *layout*, portanto, pode ser uma instalação real, um projeto ou um trabalho.

Os objetivos básicos do *layout* são:

— Integração total de todos os fatores que afetam o arranjo físico;

— Movimentação de materiais por distâncias mínimas;

— Trabalho fluindo através da fábrica;

— Todo o espaço efetivamente utilizado;

— Satisfação e segurança para os empregados;

— Um arranjo flexível que possa facilmente ser reajustado.

Desde que o *layout* é uma integração de diversos fatores, há sempre alguma coisa imperfeita nele. Sempre se pode criticar alguma coisa em qualquer *layout*.

Conforme Cruz e Lopes (1999), *layout* industrial, especificando o tipo funcional, descreve definições importantes a citar sobre *layout*. A principal área de ação de um *layout* industrial é sem nenhuma dúvida a empresa, definindo e integrando os elementos produtivos. A questão está relacionada com o local e arranjo de departamentos, células ou máquinas em uma planta ou chão de escritório. Por causa dos aspectos geométricos e combinatoriais do problema, trata-se de uma questão cuja solução pode atingir altos níveis de complexidade, de acordo com o incremento de variáveis do sistema. Além disso, o *layout* industrial engloba fatores quantitativos e qualitativos que associados, podem tornar-se difíceis de modelar e analisar.

É também o estudo das condições humanas de trabalho. Percebemos então que não é somente uma disposição racional das máquinas que assegure o funcionamento de uma linha de usinagem sem retrocessos e com mínimas distâncias.

Em geral, sempre é preferível fazer alguma simplificação de processo e análise, decompondo o problema em problemas menores e separados. Isto reduz o tamanho e complexidade do problema, permitindo um estudo mais completo de vários planos alternativos.

O *layout* (*plant layout* – arranjo físico) é um estudo sistemático que procura uma combinação ótima das instalações industriais que concorrem para a produção, dentro de um espaço disponível.

Layout é a maneira como os homens, máquinas e equipamentos estão dispostos em uma fábrica. O problema do *layout* é a locação relativa mais econômica das várias áreas de produção na empresa. Em outras palavras, é a melhor utilização do espaço disponível que resulte em um processamento mais efetivo, através da menor distância, no menor tempo possível.

2.6.1. Tipos de *Layout* encontrados

Através dos estudos realizados e pesquisados existem os seguintes tipos de *layout*, segundo Matos (1998):

Layout Posicional: por posição fixa, ou por localização fixa do material. Usado para montagens complexas. O material ou componentes principais ficam em um lugar fixo.

As vantagens do *Layout* Posicional são: o transporte de unidades

montadas é reduzido; não é afetado por mudanças nos produtos; e não requer estudo muito custoso.

Adquirindo mais uma definição prática de *Layout* Posicional, conforme DPD/FEG/UNESP, 2002, tem-se que o produto (material) é fixo, porém são os homens e as máquinas que se movimentam e este *layout* possui alta flexibilidade. Os exemplos deste *layout* são estaleiros, construção civil, entre outros.



Figura 3 – Exemplo de aplicação de *layout* posicional - estaleiro
Fonte: Delmarmarine, 2006.

Layout Funcional: por processo. Agrupam-se todas as operações de um mesmo "tipo" de processo.

As vantagens do *Layout* Funcional são: melhor utilização das máquinas; é adaptado a uma variedade de produtos e mudanças na seqüência e operação; é adaptado à demanda intermitente; é mais fácil manter a continuidade de produção no caso de quebra de máquina, falta de material e algumas outras faltas.

Segundo os estudos de Cruz e Lopes (1999), o *Layout* Funcional também é conhecido pelo nome de *Layout* por Processo.

Aqui as máquinas são agrupadas de modo a realizar operações análogas, em um mesmo local ou departamento. O material move-se através de seções especializadas. Esse tipo de *layout* é de grande flexibilidade. É utilizado predominantemente quando a tecnologia de execução tem caráter predominante sobre os outros fatores de produção. Exemplos: ferramentarias; área de tornos; área de prensas; área de injeção de alumínio; área de fornos. Pode não haver uma seqüência de operações.

Adquirindo mais uma definição prática de *Layout* Funcional,

conforme DPD/FEG/UNESP, 2002, tem-se que as máquinas são fixas e o produto (material) e os homens que se movimentam, a fim de ter alta eficiência. Os exemplos deste layout são as oficinas, indústria de móveis, entre outros.



Figura 4 – Exemplo de aplicação de *layout* funcional - Oficina
Fonte: Sotreq, 2006

Continuando as classificações dos *layouts* existentes, conforme Matos (1998):

Layout Linear: linha de produção, ou por produto. O material é que se move. Uma operação imediatamente adjacente à anterior. Os equipamentos são dispostos de acordo com a seqüência de operações.

As vantagens do *Layout Linear* são: manuseio reduzido de materiais; quantidades reduzidas de material em processo; uso mais efetivo da mão-de-obra; facilidade de controle; e melhor uso do espaço.

Adquirindo mais uma definição prática de *Layout Linear*, conforme DPD/FEG/UNESP, 2002, tem-se que as máquinas e os homens são fixos e o produto (material) que se movimenta, tendo alta taxa de produção. Os exemplos deste *layout* são as indústrias automobilística, química, entre outras.



Figura 5 – Exemplo de aplicação de *layout* linear – linha de montagem do Opel
Fonte: Coolair International, 2006.

Menegon e Camarotto (2002/2003) definem algumas especificações e características, relacionando *layouts* a arranjos, conforme o quadro relacionado no conteúdo pesquisado e que segue de forma demonstrativa. O sistema de *layout* está dividido em três principais tipos:

- *Job-Shop* (Arranjo Funcional ou por processo);
- *Transfer Line* (Arranjo em linha ou por produto);
- Célula de Manufatura (Arranjo por grupo de famílias de peças).

Os fatores de análise relacionam as variáveis de gestão e os fatores principais de produção em função dos critérios e vantagens na adoção desses três tipos de *layout* citados por Menegon e Camarotto (2002/2003). Os principais fatores estão demonstrados conforme o tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Critérios e vantagens na adoção de tipos de layout em função de variáveis de gestão e fatores de produção.

VANTAGENS RELATIVAS DE CADA TIPO DE LAYOUT			
Sistema de Layout	JOB-SHOP (Arranjo Funcional ou por processo)	TRANSFER LINE (Arranjo em linha ou por produto)	CÉLULA DE MANUFATURA (Arranjo por grupo de família de peças)
Fator de Análise			
PRODUTOS	— Grande flexibilidade para mudança de produtos.	— Mudar produto significa mudar layout e novas máquinas.	— Média flexibilidade para mudar produtos.
QUANTIDADE			— Grande flexibilidade para variações de demandas.
ROTEIROS E PROCESSOS	— Dificuldade para encontrar sistema otimizado.	— O arranjo na seqüência do fluxo facilita o transporte de materiais e peças; — Pequeno tempo total de manufatura.	— Arranjo na seqüência do processo facilita transporte; — Menor dos tempos de manufatura.
GERÊNCIA	— Complexidade para estabelecer padrões de desempenho.	— Sistema de informações é simples; — Fácil controle e sistema de desempenho.	— Descentralização de controles e de informação; — Melhor adequada ao conceito do JIT/Kanban.
MÃO-DE-OBRA	— Especialização de funções; — Facilidade de destaques individuais.	— Controle de grupos.	— Aumenta flexibilidade de pessoal pelo uso de grupos multifuncionais; — Formação de equipes facilita mudança de processos.
EQUIPAMENTO	— Pouca duplicação de equipamentos, menores investimentos; — Dificuldade de manter regularidade de prazos com quebras e reparos; — Manutenção especializada é facilitada.		
MATERIAL	— Grande variedade de materiais em estoque e movimentação dificultada pelo tamanho de lote.	— Estoques intermediários elevados para balancear produção em linha; — Fácil controle de material em processo.	— Pouco estoque de materiais; — Estoques intermediários pequenos e de fácil controle.

Adquirindo mais uma definição prática de *Layout* tipo “Célula de Manufatura”, uma vez já citados o *Layout* Linear e Funcional, conforme DPD/FEG/UNESP, 2002, tem-se que no *Layout* Celular ou por Grupo, as máquinas são fixas e o produto (material) que se movimenta, tendo média flexibilidade e média taxa de produção, porém com gerenciamento e estratégia bem definidos. Os exemplos deste *layout* são as indústrias automobilísticas com suas novas estratégias, a indústria de armas, entre outras.



Figura 6 – Exemplos de aplicação de *layout* celular ou por grupo

Fonte: Fábrica de telefones Intelbrás, 2006.

Na prática, conforme Menegon e Camarotto (2002/2003) verifica-se que a manufatura celular é mais flexível que o sistema “*transfer line*”, porém requer um trabalho maior de gerenciamento e de organização da produção. De maneira análoga, é menos flexível que um “*job-shop*”, mas é mais simples de gerenciar.

Algumas das razões mais citadas para o uso da manufatura celular como conceito de processo de produção, e a célula de manufatura como base do *layout* da fábrica são:

- Aumentar a competitividade do processo de produção pela redução dos tempos de transferência e de manufatura, inicialmente pela redução dos tempos associados com a movimentação de peças e materiais;
- Usar modernas técnicas de produção e atender as exigências de consumidores de programas de produtividade e qualidade;

- Reduzir os altos custos de materiais em processo em comparação com os sistemas atuais;
- Aumentar a capacidade da fábrica (planta) pela redução do tempo de preparo de máquinas (*set-up*);
- Diminuir o tempo de entrega de produtos aos clientes;
- Aumentar a produtividade do trabalho (mão-de-obra) e melhorar a relação custo benefício pelo aumento da qualidade;
- Reduzir as distâncias de transporte de materiais e, conseqüentemente, os danos de manuseio.

Apresentados e citados os tipos e fundamentos básicos do *layout* de forma a correlacionar sua importância no Sistema de Manufatura Enxuta, foram encontradas informações que nos auxiliarão no detalhamento e desenvolvimento da infraestrutura do estudo de caso, permitindo melhores conclusões.

III. INFRA-ESTRUTURA – ESTUDO DE CASO

3.1. A empresa – setor específico da manufatura

O estudo de caso proposto se dá numa empresa do ramo aeronáutico situada no interior do estado de São Paulo.

Atualmente é responsável pelo fornecimento de peças primárias em ligas de alumínio, aço e titânio para as demais plantas do grupo. Uma determinada quantidade destas peças é utilizada na mesma planta para a montagem de conjuntos estruturais aeronáuticos que posteriormente são enviados para as outras plantas onde é efetuada a montagem final e entrega para o cliente.

Para se ter uma idéia da complexidade e particularidades dos produtos fabricados segue uma explicação rápida sobre as partes que compõem uma aeronave.

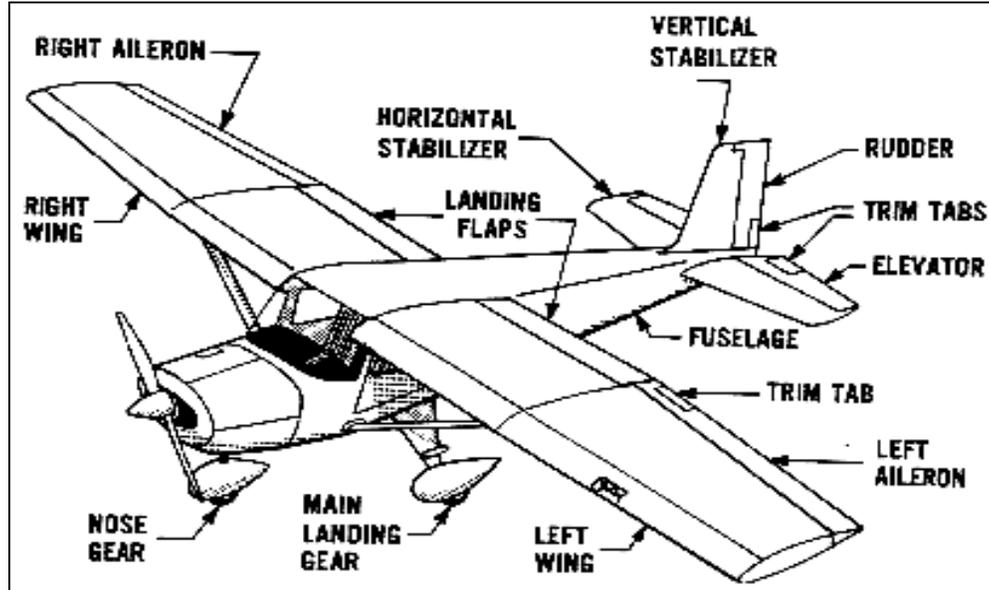


Figura 7: Partes principais de uma aeronave

Fonte: JROTC, 2006

Basicamente uma aeronave pode ser estruturalmente dividida nas seguintes partes: fuselagem, asas, empennagem vertical e horizontal, superfícies de comando e compensadores.

A fuselagem é o corpo principal do avião onde fica localizado o motor, cockpit e os equipamentos de bordo. As asas são as responsáveis pela carga de sustentação e alojam o combustível que será utilizado. A empennagem nada mais é que a cauda da aeronave. As superfícies de comando são formadas pelos ailerons, profundores (*elevators*), leme (*rudder*) e flaps. Estas superfícies podem ter compensadores para aumentar a eficiência dos comandos.

No caso dos ailerons, são fabricados basicamente em ligas de alumínio Alclad 2024 e 7075 compostos de uma longarina e nervuras cobertas por um revestimento em chapa de alumínio de liga Alclad 2024 fixados por rebites de ligas especiais.

Devido aos requisitos de segurança exigidos pelos órgãos homologadores nacionais e internacionais a indústria segue uma série de normas e procedimentos que definem praticamente todas as técnicas aplicadas à fabricação, inspeção e manuseio dos materiais. Esta grande quantidade de documentos acaba por deixar a

produção com certa inércia exigindo treinamento constante de todos os envolvidos. (Estima-se que o programa de treinamento de funcionários que ocorre ainda antes do vínculo empregatício tenha aproximadamente quatrocentas horas e nos casos de qualificação para novos processos e técnicas cerca de até 100 horas/ano por funcionário do setor produtivo).

No caso de ocorrência de não conformidades durante a fabricação existe todo um tratamento especial que envolve a emissão de documentação pelo inspetor de qualidade, análise da engenharia de estruturas, emissão de ordem de manutenção para posteriormente o operador efetuar o retrabalho no produto discrepante.

O operador, no presente trabalho denominado chapeador, é peça chave no processo de montagem de conjuntos estruturais. Para sua formação são exigidas várias horas de treinamento em assuntos diversos como já citado.

Toda esta especialização não é por acaso, pois o chapeador estará manuseando um conjunto que pode ter um valor de algumas centenas de milhares de dólares. Uma operação mal feita ou uma desatenção por parte do operador pode acarretar num dano irreparável no conjunto acabando no seu sucateamento e onerando a empresa com prejuízo imenso e, além, é claro, causando atrasos na produção.

Enfatiza-se que a metodologia utilizada pela empresa para avaliar seu desempenho na produção é o controle do homem/hora, ou seja, a quantidade de horas da mão-de-obra direta utilizadas na fabricação do produto. Alguns centros de trabalho têm a taxa homem/hora diferenciados devido aos custos dos equipamentos e das tecnologias aplicadas.

De modo a permitir o fluxo de produção mais próximo possível do planejado a empresa possui várias áreas de apoio que devem suportar as atividades indiretas da linha de montagem, tais como: controle de produção, planejamento, controle da qualidade, métodos & processos, recebimento / expedição, etc. Os funcionários destas áreas são considerados mão-de-obra indireta e não efetuam o apontamento para efeito de custos do produto.

É neste ambiente que se realizará o estudo de caso procurando efetuar as análises no movimento do produto e do operador sem, no entanto, entrar nos detalhes pertinentes à tecnologia empregada na montagem dos conjuntos.

3.2. O caso estudado

O objeto de estudo, a superfície de comando Aileron tem atualmente um ciclo de fabricação de 4 dias úteis num total 50 homem/hora gastos aproximadamente por conjunto. Ambos indicadores se mostraram estabilizados sugerindo que não haveria muitas alterações a se realizar. Mas como rege os princípios do *Just-int-Time* e dos conhecimentos logísticos adquiridos, sempre existe alguma possibilidade de melhoria.

Trata-se de um conjunto estrutural não muito complexo e que tem vários outros conjuntos com montagem similar. A escolha foi baseada nesta similaridade, a qual possibilitaria a amplitude na aplicação das melhorias segundo os resultados obtidos. Há de se destacar que o fato do operador que efetua a montagem deste conjunto ter boa experiência e tolerar bem as sugestões e mudanças propostas tenha tido peso relevante nesta escolha.

No processo de montagem em questão é utilizado um gabarito de montagem que através de pontos de controle de articulações e placas de batentes definem as dimensões do conjunto e asseguram a sua repetibilidade.

As atividades cuja movimentação não ultrapassa a área limite do gabarito de montagem, bancadas e posição do carro de transporte não foram consideradas neste estudo por entender-se ser os mesmos inerentes ao processo normal de montagem.

3.3. Os recursos utilizados

Antes do início do levantamento dos dados efetuou-se entrevista com o operador e seu superior imediato buscando-se conhecer sua rotina e também, é claro, apoiando-se no roteiro de operações já definido para o conjunto. De posse destas premissas foi elaborada uma planilha onde o próprio operador e seu coordenador efetuaram os registros de movimentação durante o ciclo de produção do conjunto. Esta planilha segue o modelo do Mapeamento das Atividades de Processo descrita no item 2.3.1.

A visualização da movimentação foi auxiliada por meio do layout impresso em escala onde, através de linhas, foram relacionados os pontos de destino do operador durante sua movimentação. Estes dados foram inseridos em um software CAD (Desenho Assistido por Computador), neste caso o *MicroStation*, da “Bentley”, na versão “J”.

A figura 8 mostra a situação do *layout* atual onde a linha marrom mostra o limite do setor que é, a pedido do cliente, fechado com alambrado e com entrada controlada por códigos de acesso. Somente funcionários registrados no controle de segurança têm acesso à área. Tal particularidade dificulta a movimentação externamente ao setor, pois existem apenas dois portões de acesso.

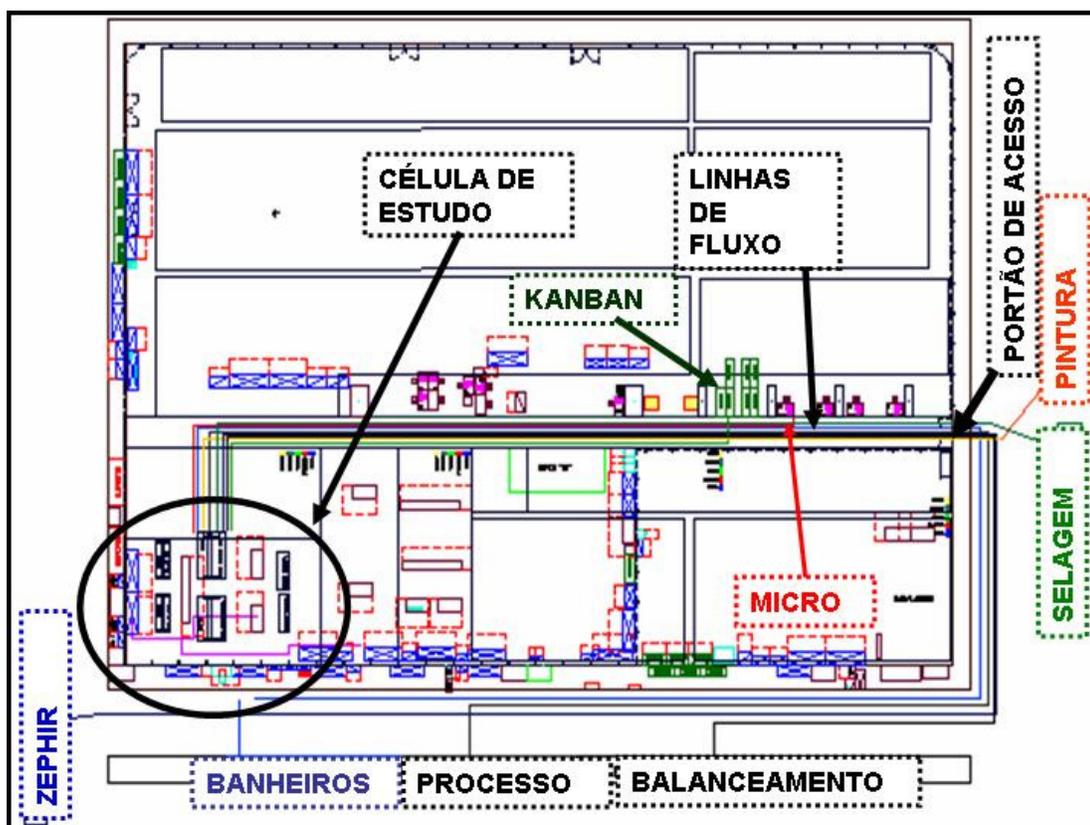


Figura 8 – *Layout* analisado

As linhas de fluxo descritas na figura 9 realçam a movimentação efetuada pelo chapeador no decorrer do ciclo de montagem do conjunto do aileron. Nesta figura ainda observa-se a área de localização do gabarito de montagem, bancadas e carros de transporte não considerados para o item de movimentação.



Figura 9 – Detalhe da célula de trabalho do layout analisado

3.4. As técnicas utilizadas

De posse dos dados, tabulou-se na planilha através da técnica do Mapeamento das Atividades de Processo os dados que se referiam a:

- Operação (O = *Operation*). As operações que agregam valor são aquelas que você está disposto a pagar.
- Transporte (T = *Transport*). Transporte é um tipo de operação que não agrega valor e você não está disposto a pagar por isso
- Inspeção (I = *Inspection*). Inspeções são supervisões da qualidade ou quantidade de produto ou informação
- Atraso (D = *Delay*). Atraso ou estoque é onde um produto está aguardando e não há atividade.

Como mostra a planilha do anexo I, juntamente com as atividades produtivas, existem várias outras que como Ohno citou, não agregam valor ao produto. Para tanto, considerou-se que as atividades de apontamento, conferência de material,

higiene pessoal, solicitação de informações e ocorrência de não conformidades constituem-se como atraso. Definiu-se como transporte a movimentação efetuada pelo conjunto e também o deslocamento do chapeador para obter material que seria utilizado na montagem (selagem e *Kanban*), ferramentas necessárias a execução das operações (armário) e operações realizadas em outros setores (pintura, máquinas Cherry e Zephir, selagem e balanceamento). A inspeção é efetuada a cada etapa que o setor de métodos & processos definir como essencial para a integridade do conjunto (a empresa desenvolve atualmente um programa de qualificação p/ a auto-inspeção e que já vem sendo utilizado em alguns setores).

Após a compilação dos dados da planilha do apêndice I foram elaborados gráficos para o auxílio da visualização da situação atual do objeto de estudo e para situações propostas.

IV. CONCLUSÕES

Como já foi citado, mesmo tendo o conjunto analisado, relativa estabilidade nos tempos de produção e ciclo, observa-se que conforme o gráfico é desperdiçado 45% do tempo total com atrasos, transportes e inspeções. O tempo de ciclo foi de 35,8 horas e o tempo total de homem/hora foi igual há aproximadamente 55 horas. O operador anda cerca de sete quilômetros para fabricar cada conjunto. O gráfico da figura 10 mostra a situação dos tempos do fluxo das atividades:

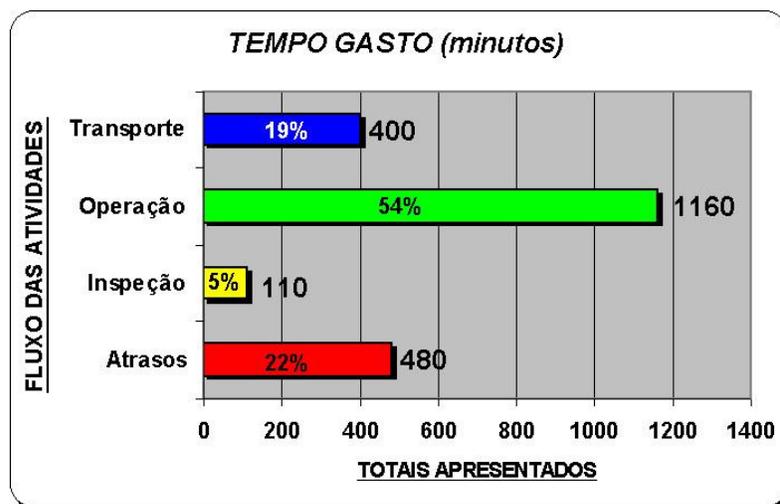


Figura 10: tempo gasto em cada fluxo de atividade

Tem-se após o levantamento destes dados, que foi feito de uma maneira simples e rápida, diga-se de passagem, um vasto campo para propor melhorias na redução das atividades que não agregam valor.

4.1. Sugestões

A primeira avaliação diz respeito à redução do tempo nas atividades onde o operador pode ser substituído por outro funcionário da mão-de-obra indireta. No caso da inspeção, como já foi citado, pode ser eliminada com a qualificação do operador para a auto-inspeção, ficando apenas por conta do inspetor a conformidade final. Neste caso não se pode dizer que este tempo de cerca de 100 minutos seria acrescentado no tempo do operador, pois o mesmo já é treinado para a verificação dos pontos importantes antes de submeter o conjunto ao inspetor.

Outra verificação é o tempo desperdiçado pelo operador para conferência do material recebido para montagem antes do início da mesma. Sabe-se que o controlador de materiais e o controlador de produção já efetuam esta verificação podendo, então, esta operação ser eliminada.

O operador tem pleno direito de paralisar a montagem no caso de possível risco ou ocorrência de não conformidade, porém, neste caso, acionando-se rapidamente o coordenador da área, o mesmo pode direcionar o operador para outro conjunto onde sua mão-de-obra seja necessária enquanto ele, coordenador, aciona as áreas de processo, engenharia e qualidade para análise da discrepância.

Outra substituição é que todo o transporte do produto e materiais fora do setor deve ser feito por funcionário indireto. Sugere-se neste caso que o próprio controlador de produção providencie o selante (tipo de massa para vedação) utilizado na montagem e tornando-se responsável também pela movimentação do conjunto até as áreas de selagem, pintura e balanceamento.

O princípio básico proposto é que toda movimentação fora do setor específico de produção não deve ser efetuada pelo operador de produção, que tem um custo relativamente alto com treinamento e cujo apontamento incide diretamente no custo do produto, mas sim por pessoal da mão-de-obra indireta, já que este transporte não requer formação especial.

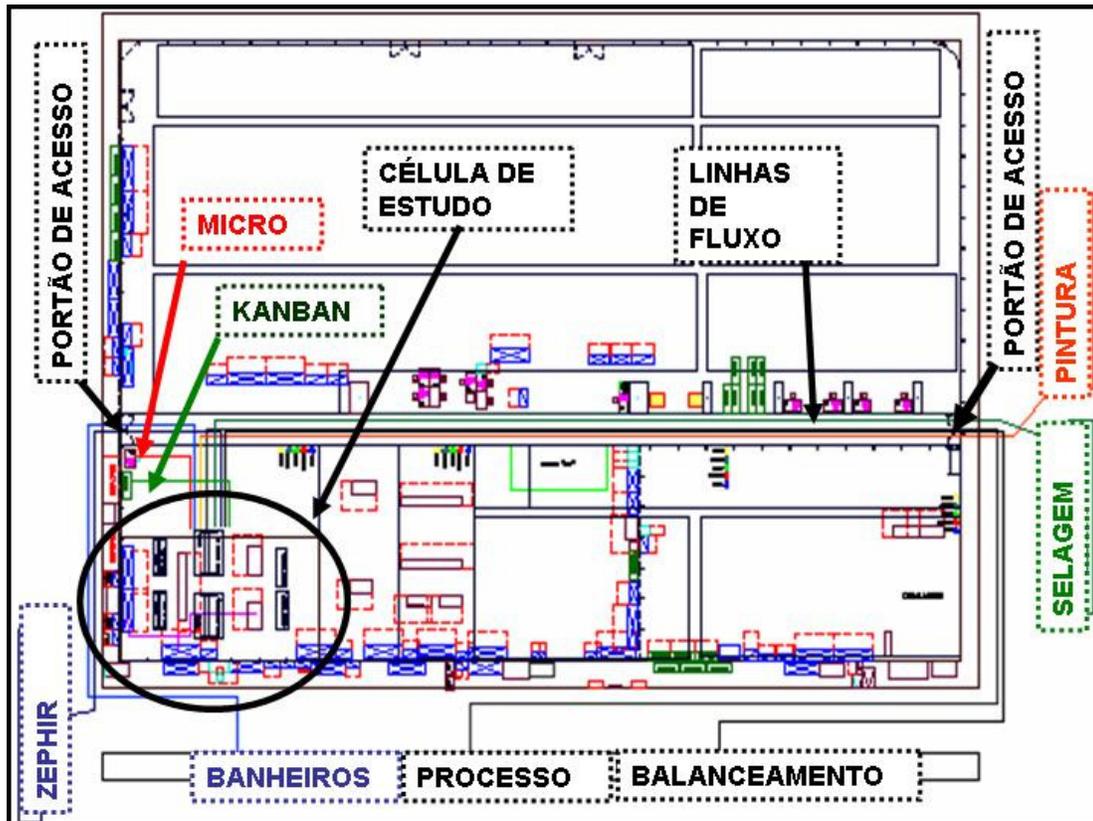


Figura 11 – Layout analisado com alterações

Quanto à redução das distâncias de movimentação do produto e do operador observa-se conforme a figura 11 que reduziu-se drasticamente a distância percorrida. Com a abertura do portão de acesso oposto que atualmente está inativo, reduzem-se consideravelmente as distâncias para o banheiro e máquina Zephir. Este corredor seria utilizado apenas para passagem de operadores e peças que podem ser transportadas manualmente visto que a área adjacente ao portão encontra-se preenchida com outros gabaritos.

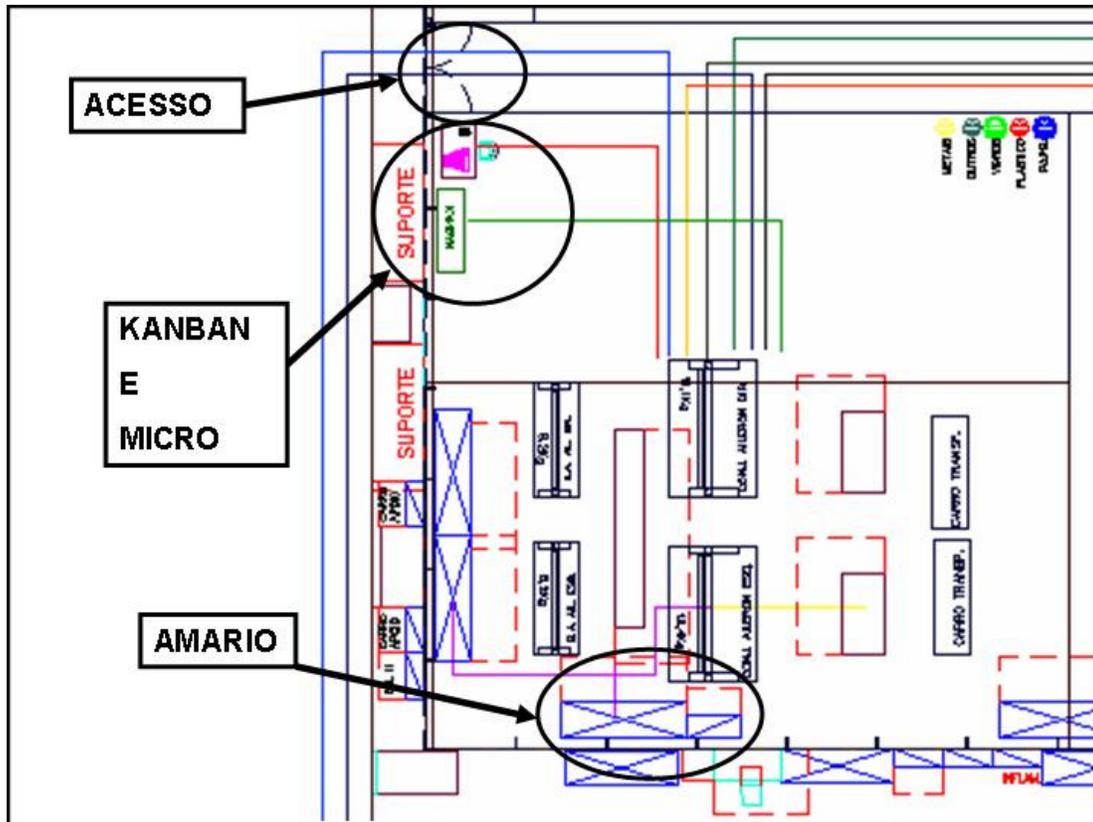


Figura 12 – Detalhe da célula de trabalho do *layout* analisado com mudanças

Buscando deixar a célula de fabricação de superfícies de comando com um suporte mais adequado, sugere-se que todos os gabaritos de montagem tenham armário de ferramentas específico reduzindo a movimentação do operador até o armário compartilhado. A montagem dos armários utilizaria as ferramentas da bolsa de equipamentos disponíveis.

Outra alteração é o deslocamento do supermercado do *kanban* para próximo desta célula ficando é claro com menor dimensão devido aos conjuntos desta célula utilizar *hardware* mais específico.

A instalação do micro para apontamento dos tempos é facilitada, pois existe ponto de rede disponível no local sugerido.

A figura 13 ilustra o gráfico elaborado a partir dos dados da planilha do apêndice III, com os ganhos na redução da taxa hora, ciclo e movimentação possíveis com a implantação das soluções propostas neste estudo.

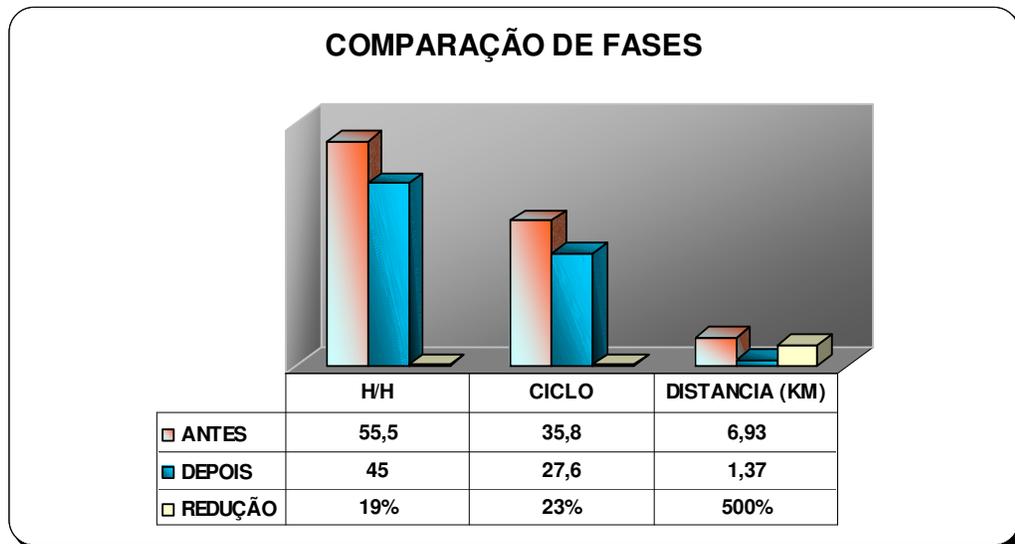


Figura 13: Comparação entre a situação atual e a proposta

Todas as alterações propostas acima praticamente independem de aquisição de equipamentos ou grandes instalações mecânicas ou elétricas. Esta é a essência da aplicação do sistema de manufatura enxuta; obter resultados num curto período de tempo a custos reduzidos sem prejuízo da qualidade.

4.1.1. Complemento das sugestões

A fabricação de peças e conjuntos aeronáuticos é muito complexa e seguida por rígidos padrões de segurança e qualidade. Esta característica aliada à situação atual da empresa que se vê envolvida no desenvolvimento de vários novos projetos, os quais se espera sejam fator de perpetuação da indústria aeronáutica brasileira no mundo, acabam por impedir a visualização das áreas de planejamento e engenharia de produção do enorme ganho da aplicação do sistema de manufatura enxuta e suas ferramentas. Estas áreas se vêm constantemente ligadas ao apoio no desenvolvimento dos novos projetos por atuarem na sua fase inicial.

Algumas das aeronaves fabricadas pela empresa estudada estão em fase de declínio do ciclo de vida do produto com a demanda em contínua redução. Ainda há um vasto campo para redução dos tempos e custos na fabricação destes produtos, porém, é necessário que haja foco. Além disso, os novos programas estarão nascendo com esta proposta o que demandará numa quantidade enorme de pessoal especializado.

A empresa vem introduzindo uma política de melhoria contínua através da implantação do sistema de “5S” e do *kaizen*, porém, de maneira muito gradativa levando-se em conta os resultados já obtidos nos primeiros meses de implantação.

Neste trabalho foi abordado apenas uma das ferramentas que a Manufatura Enxuta nos disponibiliza e mesmo assim obtendo redução considerável de atrasos e movimentação. Ainda existe uma infinidade de conceitos e práticas a serem discutidos e aplicados como é o caso, por exemplo, do mapa do fluxo de valor. Resta-nos saber se às empresas, de um modo geral, interessa essa adesão, sabedores que somos de que, o prejuízo do desperdício do produto já entregue não pode mais ser recuperado.

Diante deste quadro sugere-se que uma aproximação entre as empresas e as faculdades da região, mais especificamente com a Faculdade de Tecnologia de Botucatu – FATEC através dos incentivos proporcionados pela Portaria Interministerial MCT/MDIC nº 597, de 06 de setembro de 2006 ilustrada no anexo I vem preencher esta lacuna auxiliando através da criação de um programa de estágio e pesquisa, o levantamento de dados relativos à redução de movimentação de operadores e produtos, melhorias no sistema logístico da empresa, entre outros.

4.2. Síntese

A implementação com sucesso dos conceitos de Manufatura Enxuta em uma empresa pode representar, além das melhorias citadas anteriormente, a sobrevivência e competitividade dessa empresa no cenário atual dos negócios extremamente competitivos e globalizados como é o caso da indústria aeronáutica.

Observou-se também, que a entrada em vigor do modelo de Produção Enxuta não é apenas mais um modelo diferenciado de produção, e sim, uma mudança significativa em toda a cultura de uma organização e que cada empresa deve desenhar da maneira que melhor lhe convier. Aplicar de maneira consistente os conceitos de Produção Enxuta em uma empresa é uma tarefa árdua, mas os frutos colhidos dessa implementação podem ser verificados rapidamente no aumento da produtividade, na satisfação dos funcionários (seu maior patrimônio), e do cliente final (o foco de tudo).

Por isso, não é difícil prever que para a indústria aeronáutica brasileira conseguir sua sobrevivência no futuro há a necessidade de nos tornarmos cada vez mais “enxutos”.

Deste modo, vislumbra-se a oportunidade do presente trabalho ter continuidade abordando mais profundamente a aplicação dos conceitos e técnicas da logística e do Sistema de Manufatura Enxuta na fabricação de conjuntos estruturais aeronáuticos.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, R. H. Logística empresarial. São Paulo: ed. Atlas, 1993.

CONCEICAO, S. V. Otimização do fluxo de materiais através da Manufatura Celular.

São Paulo, v. 15, n. 2, 2005. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132005000200008>

Acesso em 25out2006.

COOLAIR INTERNATIONIONAL. Disponível em:

<<http://www.coolairinternational.com/general.htm>> . Acesso em 02nov06.

CRUZ, A. A. de F.; LOPES, A. R. *Plant Layout* – Arranjo Físico Tipo Funcional.

Arquivo da Faculdade de Engenharia de Joinville, no Centro de Ciências Tecnológicas.

Departamento de Ciência de Computação, Disciplina de Automação

Industrial/Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 1999. Disponível em: <

http://www.joinville.udesc.br/departamentos/dcc/professores/marcelo/disciplinas/AIN/PlantLayout/layout_funcional.htm#.>, Acesso em 22out2006

DELMARMARINE. Disponível em: <<http://www.delmarmarine.com/mondego.html>> ,

Acesso em 29out2006.

DPD/FEG/UNESP. Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/~salomon/op/layout.pdf>>

2002 , Acesso em 29out2006.

- FERRO, J. R.** (2003). A essência da ferramenta “Mapeamento do Fluxo de Valor”. Lean Institute Brasil. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em 10out2006
- GODINHO, M. F. ; FERNANDES F.C.F.:** Manufatura enxuta : uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. Revista Gestão & Produção. 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2004000100002>. Acesso em 09set2006.
- HOMINIS.** Disponível em: <<http://www.hominis.com.br>>. Acesso em 12out2006.
- HINES, P.; TAYLOR, D.** Enxugando a empresa: um guia para a implementação. São Paulo. Imam, 2000.
- INTELBRÁS.** Disponível em: <<http://www.intelbras.com.br/portugues/lib/page.php>>. Acesso em 02nov06.
- JROTC.** Disponível em <http://www.jrotc.org/structure_of_airplane.htm> , Acesso em 04nov2006.
- LEAN INSTITUTE BRASIL.** Disponível em: <http://www.lean.org.br/bases.php?interno=thinking_o_que_e> . Acesso em 07set2006.
- MACHADO, R. L.; HEINECK , L. F. M.;** Estratégias de produção para a construção enxuta. Disponível em <<http://www.teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/9811.pdf>> . Acesso em 25set2006.
- MATOS, A. C. de.** Layout. Disponível em: <http://www.empresario.com.br/artigos/artigos_html/artigo_170699_a.htm>, 1998 Acesso em 22out2006.
- MENEGON, N.L.; CAMAROTTO, J.A.** Projeto de instalações industriais. 141 p. Arquivo: Apostila do Curso de Especialização em Gestão da Produção _Lato1.doc. Departamento de Engenharia de Produção/Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002/2003.
- MORAES, J. A R.**(2006) Manufatura enxuta. Disponível em: http://www.ietec.com.br/ietec/techoje/techoje/gestaoetecnologiaindustrial/2004/07/01/2004_07_01_0002.2xt/-template_interna. Acesso em 20set2006.
- REVISTA LOGÍSTICA .** O estilo enxuto de ser. São Paulo: Imam, 2006.
- ROTHER, M.; SHOOK, J.** Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SCHAPPO, A. J.; (2006), Um Método utilizando a simulação discreta e Projeto Experimental para avaliar o fluxo na Manufatura Enxuta. Disponível em:

<<http://www.teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/15336.pdf>>. 2006 . Acesso em 28set2006.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R (1997). Administração da Produção, ed. Atlas, São Paulo, SP.

SOTREQ. Disponível em: <<http://www.sotreq.com.br/contagem/06.html>> , Acesso em 29out2006.

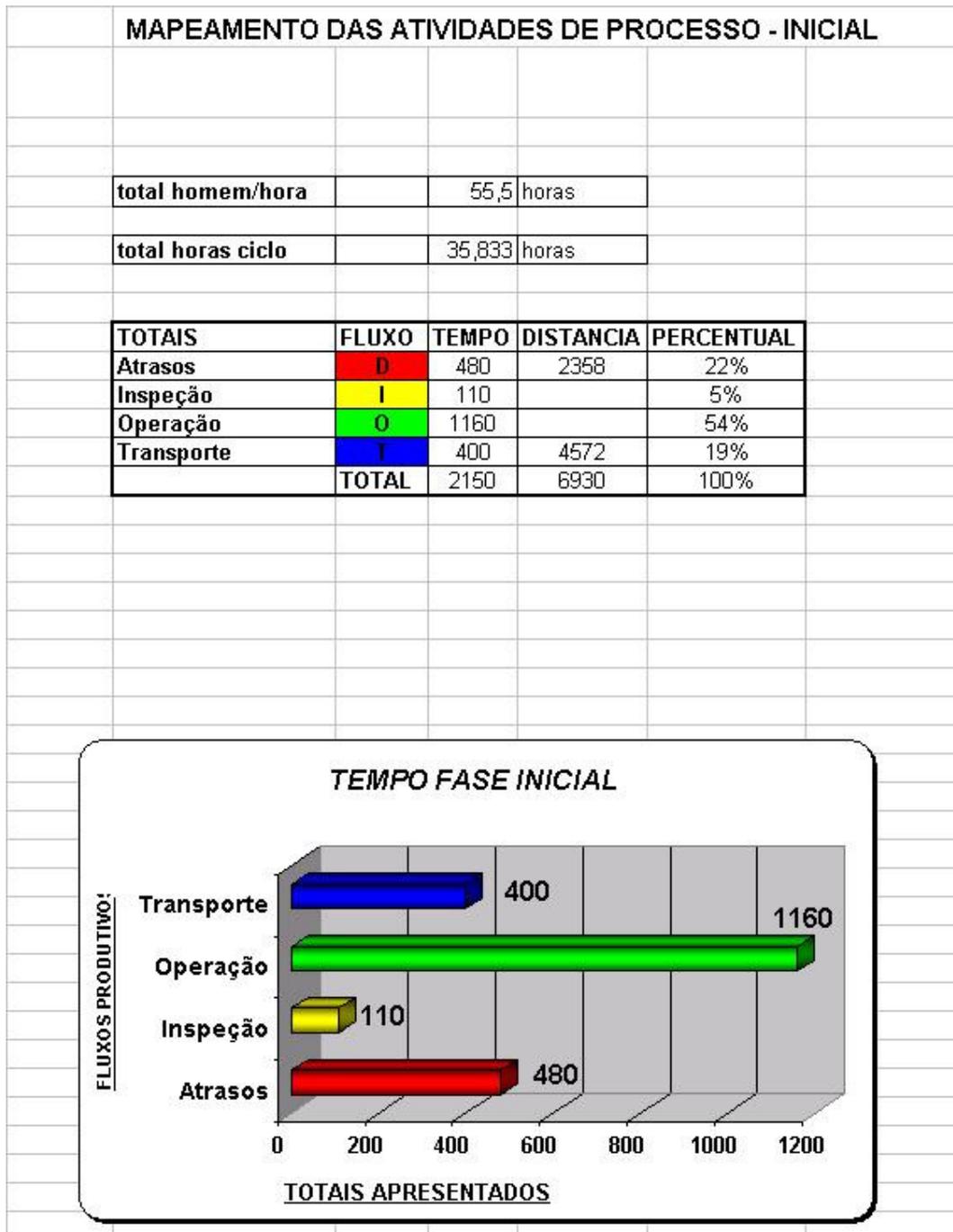
WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. A máquina que mudou o mundo, S. ed. São Paulo: Campus, 1992.

VI. APÊNDICES

6.1. Apêndice I: Mapeamento das Atividades de Processo

MAPEAMENTO DAS ATIVIDADES DE PROCESSO - INICIAL								
nº	passo	fluxo	local	distância	tempo	total h/h	QTD oper.	dia
1	apontamento *	D	micro	252	30	30	1	segunda
2	conferência	D	bancada	0	30	30	1	
3	buscar ferramentas **	I	armário ferr	320	50	50	1	
4	montar pcs no gm	O	gm	0	120	240	2	
5	higiene pessoal	D	wc	262	15	15	1	
6	furação da estrutura	O	gm	0	120	240	2	
7	buscar selante ***	I	selagem 1	656	30	30	1	
8	buscar hardware	I	kanban	92	20	20	1	
9	cravação da estrutura	O	gm	0	120	240	2	
10	higiene pessoal	D	wc	262	15	15	1	
11	documentação	D	bancada	0	10	10	1	segunda
12	apontamento *	D	micro	252	30	30	1	terça
13	buscar ferramentas **	I	armário ferr	320	50	50	1	
14	furação da estrutura	O	gm	0	120	240	2	
15	documentação	D	bancada	0	5	5	1	
16	inspeção	I	gm	0	10	10	1	
17	furação do revestimento	O	gm	0	180	360	2	
18	deslocamento Zephir	I	zephir	462	40	80	2	
19	Maquina cherry	I	armário	80	15	15	1	
20	higiene pessoal	D	wc	262	15	15	1	
21	buscar selante ***	I	selagem 1	656	30	30	1	
22	buscar hardware	I	kanban	92	25	25	1	
23	cravação do revestimento	O	gm	0	180	360	2	
24	inspeção	I	gm	0	10	10	1	
25	higiene pessoal	D	wc	262	15	15	1	
26	documentação	D	bancada	0	10	10	1	terça
27	apontamento *	D	micro	252	30	15	1	quarta
28	buscar ferramentas **	I	armário ferr	320	50	50	1	
29	inspeção	I	gm	0	10	10	1	
30	não conformidade processo	D	processo	218	20	20	1	
31	aguardando disposição eng ^a	D	gm	0	50	100	2	
32	retrabalho peça não conforme	D	gm	0	150	300	2	
33	buscar hardware	I	kanban	92	25	25	1	
34	buscar selante	I	selagem 2	328	10	10	1	
35	cravação revestimento	O	gm	0	180	360	2	
36	inspeção	I	gm	0	30	30	1	
37	complementação	O	carro	0	80	80	1	
38	apontamento*	D	micro	252	30	30	1	
39	inspeção	I	carro	0	10	10	1	
40	transporte selagem	I	selagem 2	328	20	40	2	
41	inspeção	I	carro	0	10	10	1	
42	transporte pintura	I	pintura	628	20	40	2	
43	inspeção	I	carro	0	10	10	1	
44	transporte balanceamento	I	sala	198	15	30	2	
45	executar balanceamento	O	sala	0	60	60	1	
46	inspeção final	I	bancada	0	20	20	1	
47	documentação	D	bancada	0	10	10	1	
48	apontamento	D	micro final	84	15	5	1	
	TOTAIS			6930	2150	3330		
obs.:	* apontamento sendo realizado 3x ao dia							
	** busca de ferramentas sendo realizada na média 10x ao dia							
	*** operação de deslocamento até a selagem 2x ao dia							
	Todas distâncias x 2 (ida e volta)							

6.2. Apêndice II: Mapeamento das Atividades de Processo



6.3. Apêndice III: Mapeamento das Atividades de Processo

MAPEAMENTO DAS ATIVIDADES DE PROCESSO - SUGERIDO								
nº	passo	fluxo	local	distância	tempo	total h/h	QTD oper.	dia
1	apontamento *	D	micro	54	10	10	1	segunda
2	conferência	D	bancada	0			1	
3	buscar ferramentas **	I	armário ferr	40	10	10	1	
4	montar pcs no gm	O	gm	0	120	240	2	
5	higiene pessoal	D	wc	98	10	10	1	
6	furação da estrutura	O	gm	0	120	240	2	
7	buscar selante ***	I	selagem 1	0			1	
8	buscar hardware	I	kanban	20	5	5	1	
9	cravação da estrutura	O	gm	0	120	240	2	
10	higiene pessoal	D	wc	98	10	10	1	
11	documentação	D	bancada	0	10	10	1	segunda
12	apontamento *	D	micro	54	10	10	1	terça
13	buscar ferramentas **	I	armário ferr	40	10	10	1	
14	furação da estrutura	O	gm	0	120	240	2	
15	documentação	D	bancada	0	5	5	1	
16	inspeção	I	gm	0			1	
17	furação do revestimento	O	gm	0	180	360	2	
18	deslocamento Zephir	I	zephir	268	20	40	2	
19	Maquina cherry	I	armário	80	15	15	1	
20	higiene pessoal	D	wc	98	10	10	1	
21	buscar selante ***	I	selagem 1	0			1	
22	buscar hardware	I	kanban	20	5	5	1	
23	cravação do revestimento	O	gm	0	180	360	2	
24	inspeção	I	gm	0			1	
25	higiene pessoal	D	wc	98	10	10	1	
26	documentação	D	bancada	0	10	10	1	terça
27	apontamento *	D	micro	54	10	10	1	quarta
28	buscar ferramentas **	I	armário ferr	40	10	10	1	
29	inspeção	I	gm	0			1	
30	não conformidade processo	D	processo	218	20		1	
31	aguardando disposição eng ^a	D	gm	0	50		2	
32	retrabalho peça não conforme	D	gm	0	150	300	2	
33	buscar hardware	I	kanban	20	5	5	1	
34	buscar selante	I	selagem 2	0			1	
35	cravação revestimento	O	gm	0	180	360	2	
36	inspeção	I	gm	0			1	
37	complementação	O	carro	0	80	80	1	
38	apontamento*	D	micro	54	10	10	1	
39	inspeção	I	carro	0			1	
40	transporte selagem	I	selagem 2	0	20		2	
41	inspeção	I	carro	0			1	
42	transporte pintura	I	pintura	0	20		2	
43	inspeção	I	carro	0			1	
44	transporte balanceamento	I	sala	0	15		2	
45	executar balanceamento	O	sala	0	60	60	1	
46	inspeção final	I	bancada	0	20	20	1	
47	documentação	D	bancada	0	10	10	1	
48	apontamento	D	micro final	18	3	5	1	
	TOTAIS			1372	1653	2700		

6.4. Apêndice IV: Mapeamento das Atividades de Processo

MAPEAMENTO DAS ATIVIDADES DE PROCESSO - SUGERIDO

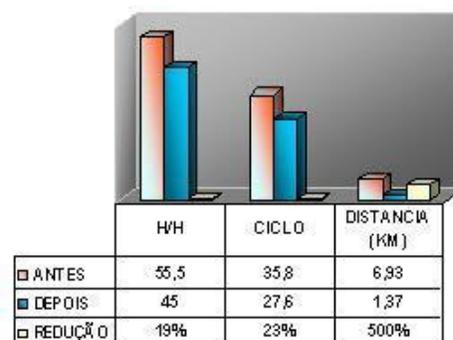
Reduções de tempos de movimentação com a implantação da sugestão

	Reduções Tempo	Minutos	Motivos
	Apontamento	80	redução da distancia
	Conferencia	30	transferido p/ mdo indireta
	transp. Selagem	145	transferido p/ mdo indireta
	Inspeção	100	executada pelo proprio operador
	Rebitadeira cherry	15	providenciada máquina na bolsa
	Armário	120	redução da distancia
	Processo	20	acionado pelo monitor
	Ag. Decisão	100	gerenciamento monitor
	Máquina Zephir	20	redução da distancia
	TOTAL	630	

Valores com a implantação das sugestões

Totais	fluxo	tempo	distancia	percent.
Atrasos	D	338	844	20%
Inspeção	I	20		1%
Operação	O	1160		70%
Transporte	T	135	528	8%
		1653	1372	100%
Total de homem/hora			45 horas	
Total de ciclo			27,6 horas	

COMPARAÇÃO DE FASES



VII. ANEXOS

7.1. Anexo I – Portaria Interministerial

Portaria Interministerial MCT/MDIC nº 597, de 06.09.2006

Ministério da Ciência e Tecnologia

Estabelece as prioridades da política industrial e tecnológica nacional, para promover e incentivar o desenvolvimento de produtos e processos inovadores em empresas nacionais e nas entidades nacionais de direito privado, sem fins lucrativos, voltadas para atividades de pesquisa, mediante a concessão de recursos financeiros, humanos, materiais ou de infra-estrutura destinados a apoiar atividades de pesquisa e desenvolvimento.

O Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, no uso que lhes confere o art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição Federal, e tendo em vista o disposto no § 1º do [art. 19 da Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004](#), regulamentado pelo § 1º do [art. 20 do Decreto nº 5.563, de 11 de outubro de 2005](#), resolvem:

Art. 1º Estabelecer as prioridades da política industrial e tecnológica nacional, para promover e incentivar o desenvolvimento de produtos e processos inovadores em empresas nacionais e nas entidades nacionais de direito privado, sem fins lucrativos, voltadas para atividades de pesquisa, mediante a concessão de recursos financeiros, humanos, materiais ou de infra-estrutura destinados a apoiar atividades de pesquisa e desenvolvimento.

§ 1º Essas prioridades compreendem as ações horizontais de incentivo ao desenvolvimento tecnológico e inovação no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior - PITCE que visem o aumento da competitividade das empresas pela inovação; o adensamento tecnológico e dinamização das cadeias produtivas; o incremento, compatível com o setor de atuação; o atendimento a relevância regional; e a cooperação com instituições científicas e tecnológicas, como ainda as ações verticais para o atendimento as opções estratégicas e as áreas portadoras de futuro.

§ 2º Entende-se como opções estratégicas, no âmbito da PITCE, as áreas de semicondutores, software, bens de capital e fármacos e medicamentos.

§ 3º Entende-se como áreas portadoras de futuro, no âmbito da PITCE, a biotecnologia, a nanotecnologia e a biomassa/energia alternativa.

Art. 2º Deve ser dado tratamento diferenciado às ações dirigidas ao apoio às atividades de pesquisa e desenvolvimento voltadas para as microempresas e empresas de pequeno porte, em especial visando facilitar o acesso pela descentralização do atendimento e simplificação de procedimentos.

Art. 3º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

SERGIO MACHADO REZENDE
LUIZ FERNANDO FURLAN

Publicado no DOU de 08/09/2006, Seção I, Pág. 16

Disponível em <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/38511.html> em 07nov2006>