

# REDUÇÃO DO WORK IN PROCESS EM UMA LINHA DE MONTAGEM: ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA

**João Murta Alves** (ITA) murta@ita.br

**Renato de Barros Ferraz** (ITA) renato.ferraz@embraer.com.br

**Resumo.** *A análise dos ambientes externo e interno da Embraer revela a necessidade e oportunidade de redução do tempo de resposta ao mercado e dos custos de produção. O objetivo deste trabalho é analisar a redução de inventário (work in process – WIP) no processo produtivo e na cadeia de suprimentos da Embraer, e propor soluções para melhorar a agilidade de atendimento aos clientes e a competitividade da empresa. O estudo de caso na Embraer evidencia como a definição de ações gerenciais - fundamentadas nos princípios e ferramentas lean - e direcionadas para o chão-de-fábrica e cadeia de suprimentos da Empresa redundaram na redução do WIP.*

**Palavras chave.** *Work in Process, Processo produtivo, Cadeia de suprimentos*

## 1. INTRODUÇÃO

As freqüentes variações de demanda no mercado aeronáutico têm causado grandes impactos em todo processo produtivo e em toda a cadeia de suprimento das empresas desse exigente e competitivo mercado. Essas oscilações influenciam no nível de estoque e conseqüente aumento dos custos financeiros das empresas e no nível de atendimento.

O amadurecimento e a crescente sofisticação do mercado de aviação regional têm trazido uma nova postura por parte dos clientes, no que tange a exigências de suporte técnico e logístico dos fabricantes. Muitas empresas aéreas têm buscado uma arquitetura ideal de negócios que lhes restrinja o foco e o risco à simples operação de aeronaves e ao transporte de passageiros, delegando a terceiros todos os aspectos de engenharia, manutenção e logística em geral. Esse fenômeno tem provocado mudanças nos contornos da competição no setor, e pode ser comprovado, na prática, através do crescimento nos níveis de exigência com relação à prestação dos serviços de pós-venda, com aumentos nos requisitos de qualidade e pedidos de formas mais inovadoras de prestação do suporte.

Se por um lado os fornecedores não desejam aumentar o nível de estoque para atender estas oscilações na demanda, as empresas áreas por sua vez desejam receber as aeronaves em um tempo cada vez menor, e ter seus estoques cada vez mais reduzidos.

As empresas aéreas decididamente não querem mais arcar com os custos inerentes a um processo de compra e armazenagem de peças de reposição, ao mesmo tempo em que exigem melhores níveis de atendimento, geralmente medidos através do tempo de resposta às solicitações em AOG (Aircraft on Ground) ou emergência. Essas práticas de mercado, que, por um lado, têm permitido aos fornecedores de aeronaves melhores margens de lucro, dado que os clientes até o presente momento têm aceitado algum sobre-preço pela comodidade e redução do risco, por outro, implicam na manutenção de maiores níveis de estoque nos fabricantes e, conseqüentemente, maior necessidade de capital de giro e maior risco de obsolescência.

Este trabalho está estruturado em seis seções. Na Seção 2 apresenta-se uma breve descrição sobre o

cenário externo e interno da Embraer. Na Seção 3 comenta-se sucintamente o histórico da implementação da manufatura enxuta na Empresa. As Seções 4 e 5 apresentam o plano de ação para redução do WIP no processo produtivo e na cadeia de suprimentos, respectivamente. Finalmente, na Seção 6 são apresentadas as considerações finais sobre o presente trabalho.

## **2. ANÁLISE DOS CENÁRIOS EXTERNO E INTERNO**

O Brasil e o mundo atravessam uma fase de importantes transformações. Com a globalização, as barreiras tecnológicas, de informação e conseqüentemente de concorrência estão mudando. O mercado de aviação, não é uma exceção, pelo contrário, a concorrência e mercado globalizado, nos impõem uma postura de pró-atividade e constante melhoramento de todo o processo. Para se ter uma idéia da dimensão estratégica do projeto visando melhorias significativas da vantagem competitiva baseada em redução de custos, apresenta-se o universo de uma empresa de aviação nacional, foco deste trabalho. A Embraer possui cerca 12.000 colaboradores; Cascata de “core business” abrangendo desde a concepção de um determinado produto, seu desenvolvimento, certificação, produção e serviços pós-venda de grande abrangência; Necessidade focada na redução dos preços de venda, sem perdas de lucratividade; Possui metas empresariais de perpetuidade organizacional, com níveis altos de investimentos, tanto em recursos físicos como humanos.

A expansão de vendas e operação dos produtos no mercado mundial, como Ásia, Europa e América do Norte demanda um crescimento industrial acelerado para atender às necessidades de mercado. O desenvolvimento de novos negócios (Jatos corporativos) e a tendência de aquecimento no mercado de Defesa, gera a necessidade de busca contínua da agilidade no atendimento aos clientes e a capacitação na gestão multi programas. Desenvolvimento do mercado de fornecimento de peças e serviços de reposição gera a necessidade de um monitoramento mais integrado. Os requisitos de controle ambiental e de saúde ocupacional estão mais rigorosos e as entidades responsáveis pela sua fiscalização, mais atuantes.

A carga de trabalho na produção continuará crescente em decorrência do aumento de cadência dos jatos regionais, entrada dos jatos corporativos, jatos maiores, exigindo novos recursos, atualização de equipamentos, mecanização dos dispositivos de movimentação de materiais, adequações e ampliações do layout da produção e eventuais remanejamentos de atividades produtivas e de pessoal. A criação de novas unidades com a descentralização das operações industriais, visando a maximização da eficiência e flexibilização. Grande contingente de novos empregados, requerendo esforços especiais para o adequado treinamento e formação de Liderança.

## **3. O MODELO ADOTADO PELA EMBRAER**

O programa de implementação do sistema de manufatura enxuta (*lean manufacturing system*) na Embraer iniciou-se em meados de 1998, através de um plano de trabalho fundamentado nos conceitos e ferramentas da manufatura enxuta e contando com o apoio da Diretoria de Produção. O objetivo do programa, desde o início, era desenvolver uma mentalidade enxuta na Empresa, identificando fluxos específicos de produção, suas oportunidades de melhoria, difundindo a cultura de melhoria contínua na Empresa, sempre de maneira integrada em todas as divisões. O modelo conceitual adotado pela Embraer teve como referência o Sistema Toyota de Produção, que, conforme Womack, Jones & Roos (1992) e Monden (1997), tem seu foco na redução do desperdício e busca da perfeição, considerando-se que “quem faz a diferença são as pessoas”. Seguindo esta filosofia, a Embraer instituiu como base para o modelo conceitual de seu Sistema de manufatura enxuta os seguintes princípios: Programa 5S; Gestão por Fluxo, combinando o tempo limite de configuração das aeronaves com a Postergação da montagem dos itens configuráveis, conforme Van Hoek (1997) e Ballou (2006); capacidade dos Processos; times de autogestão e gerenciamento visual. Um outro ponto importante é que o pensamento

enxuto não está restrito apenas uma área da empresa, devendo abranger toda a cadeia produtiva (*Lean Enterprise*), conforme Rother & Shook (1998). Neste sentido, a Embraer vem investindo em sua produção, com resultados significativos no que se refere à redução de ciclos e atendimento de prazos, por meio da aplicação de conceitos de *Lean Manufacturing* sem deixar de considerar também o esforço do Programa ESAP (*Embraer Suppliers Advanced Performance*), aplicado aos seus principais fornecedores, na busca de uma parceria que identifique os problemas e alcance melhorias em atendimento, flexibilidade e qualidade frente ao mercado tipicamente instável da aviação regional. Todas estas considerações estão direcionadas para o foco deste trabalho : Redução do Work in Process no Processo Produtivo e na Cadeia de Suprimentos.

#### 4. HISTÓRICO DA REDUÇÃO DO WORK IN PROCESS NO PROCESSO PRODUTIVO

A análise da distribuição e valor dos estoques nas áreas produtivas permite definir prioridades na redução de inventário, conforme mostra a Figura 1.

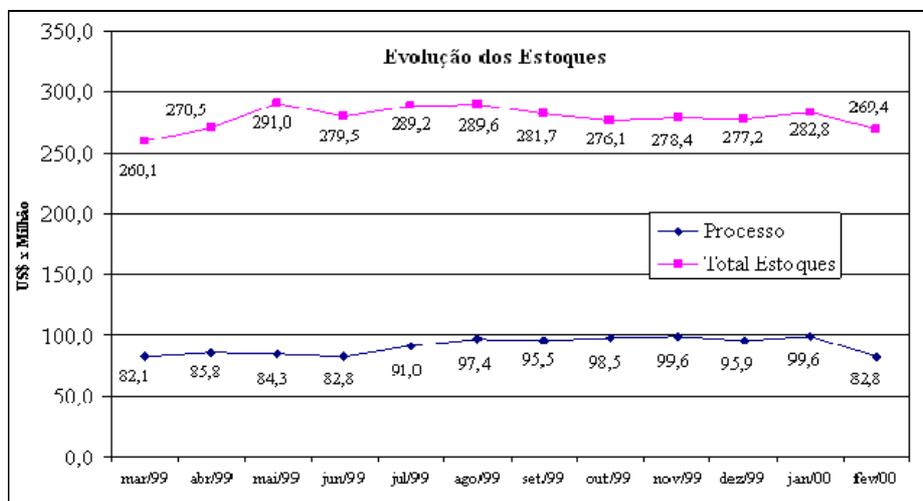
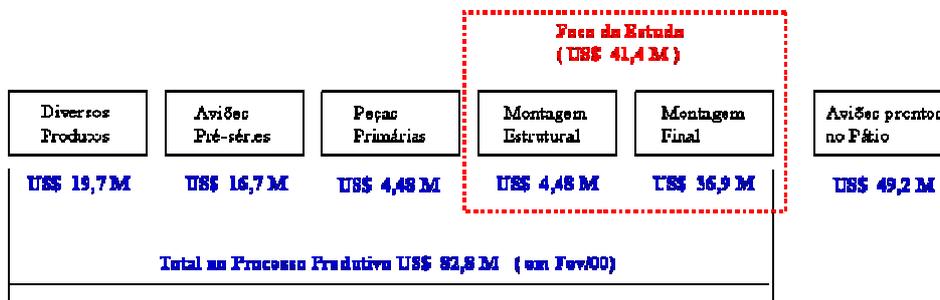


Figura 1 – Evolução nível de Estoque Processo X nível Total Estoques

A análise de que áreas do processo produtivo estão distribuídas os estoques, ou seja, do montante total do mês (~ US\$ 83 milhões), quais as porcentagens deste valor são de responsabilidade de cada área funcional, identifica-se onde deve-se focar prioritariamente, conforme Figura 2.



Valores em US\$ Milhões

Figura 2 – Distribuição do Nível de Estoque no Processo Produtivo

#### 4.1. Definição de Metas

Considerando que o volume de produção desejado é igual aos 21 dias úteis médios de um mês, dividido pelo ciclo produtivo em dias úteis (de uma determinada tecnologia, ou de uma determinada linha de montagem ou de um conjunto de máquinas, ou mesmo gabaritos de montagem), multiplicados pelo número de posições (gabaritos, máquinas ou células de manufatura) necessárias aquele ciclo praticado, ou seja,  $\text{cadência/mês} = (\text{n}^\circ \text{ dias produtivos} \times \text{n}^\circ \text{ de posições ou gabaritos}) / \text{ciclo parcial considerado}$ .

Projetando cadência de aeronaves, e estabelecendo metas de ciclos a serem praticadas em cada etapa do processo produtivo, e implementando ações para cumprimento desses desafios de redução do ciclo real produtivo praticado, como: cultura de trabalho em times, melhorias de métodos e processos, PDCA nas falhas, automatização industrial, redução dos lead-time, kaisens e dishukens localizados para cada tecnologia; Estabeleceremos uma meta de redução de redução de ciclo para os próximos 02 anos, ou seja, considerando o nível de estoque atual na ordem de US\$ 93,3 Milhões, deve-se chegar ao final de dois anos, no patamar de US\$ 86,2 Milhões, mesmo levando-se em conta o aumento de cadência (1º trimestre de 2000 de 08 aviões/mês, chegando a 16 aviões/mês ao final de 2002), conforme Figura 3.

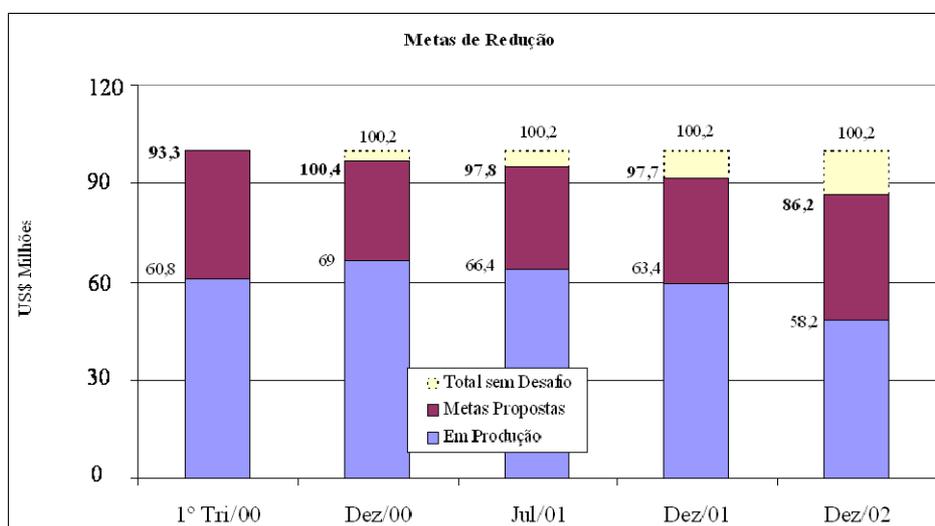


Figura 3 – Estabelecimento de Metas de Redução de Ciclo

#### 4.2. Redução do Work in Process através da redução do ciclo produtivo

Determinação de metas de redução de ciclo nas áreas produtivas com maior nível de estoque em processo, que são as áreas de montagem estrutural e montagem final. Na Montagem Estrutural, o Ciclo Real se encontra com 29 dias úteis, tendo como meta de redução: 27 dias úteis até DEZ/00, 25 d.u. até DEZ/01 e 23 d.u. até DEZ/02. Na montagem final, o ciclo real se encontra com 43 d.u., tendo como meta de redução: 34 d.u. até DEZ/00, 30 d.u. até DEZ/01 e 28 d.u. até DEZ/02.

#### 4.3. Redução do Work in Process, com foco nos lotes de fabricação

Analisou-se também as políticas de tamanho de lotes, objetivando reduzir o tamanho do lote baseado em período fixo de emissão de ordem de fabricação. A política de lote de fabricação aplica-se às áreas classificadas como fabricantes de peças primárias, sendo neste caso: usinagem, estamparia e conformação, material composto e sub-conjuntos eletromecânicos. Destas cinco áreas de fabricantes, observou-se que parte dos PNs (part number – peças) críticos estavam concentrados na usinagem e sub-conjuntos eletromecânicos.

#### **4.4. Redução do Work in Process e flexibilização da manufatura**

Após analisar-se todo o processo produtivo, mapeou-se a situação dos estoques em toda a fábrica. Agora o desafio era iniciar-se os trabalhos de redução de estoque em todo o processo fabril, mas também com foco em flexibilização da manufatura. Tratando-se de um produto como aeronaves, de grande valor monetário para aquisição, implicando em complexas equações financeiras de viabilidade de investimento, financiamentos prazos e riscos de “escorregamento” do cronograma por parte da intenção dos clientes, uma análise mais apurada com foco na satisfação e superação das expectativas desses clientes, sinaliza com a idéia de que a prerrogativa contratual de incidência de pesadas multas pela “não retirada do produto” dentro do prazo pactuado. Por outro lado, imaginar milhões de dólares “parados no pátio”, associado ao custo financeiro dessa improbidade, tem que ser objeto de especial meditação. Ora, se por um lado o histórico indica grande risco de “estoque de produtos acabados” (devido ao grande ciclo de fabricação e também às imprevisibilidades do planejamento), e, por outro, é fortemente questionável a “parcela de culpa” do cliente que não conseguiu retirar a sua mercadoria por motivos alheios à sua vontade, a fórmula para a conciliação do impasse é a possibilidade de alterar rapidamente o plano ou a seqüência prevista de produção, de modo a acomodar a perfeita coincidência entre a disponibilização do produto, com a garantia de sua retirada. Assim, a flexibilização produtiva tem importância ímpar na estratégia. A redução dos ciclos produtivos, contribui naturalmente para isso. A estratégia complementar consiste então na formação de buffers inteligentes, com custo agregado muitas vezes inferior ao dispêndio financeiro de produtos acabados “ao relento”. Isso envolve parceiros e fornecedores, com sua velocidade de resposta às mudanças no sequenciamento das entregas, estoques estratégicos, mas, principalmente, ações de nossa empresa. A proposta de redução do wip, foi elaborada, focando-se principalmente as áreas de montagem estrutural e final do avião, por ser as áreas que se agrega maior valor ao produto.

### **5. REDUÇÃO DO WORK IN PROCESS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS**

A partir das análises e discussões anteriores, conclui-se que não é suficiente para a empresa a busca da excelência na gestão de seus ativos, para obter sucesso sustentável no ambiente competitivo de hoje e do futuro. É necessário também, que haja uma gestão coesa da rede suprimentos à qual pertence. A estratégia adotada foi focar atividades no processo de *procurement* (obtenção de materiais), *outsourcing* (subcontratação), ciclo de importação, ciclo de fabricação de parceiros e fornecedores e estoques de segurança.

#### **5.1. Flexibilização do Processo de Procurement**

Analisou-se todos os parceiros e fornecedores, e adotou-se a estratégia de implantação de estoques consignados para os 65 principais fornecedores. Com essa estratégia, os parceiros e fornecedores passariam a disponibilizar o equipamento diretamente na linha de produção (just in time). O estoque disponível na época era de US\$ 187 Milhões e a meta de redução estabelecida foi de US\$ 44 Milhões (ou seja, uma redução de 24%).

#### **5.2. Processo de Outsourcing**

Conforme menciona Corrêa & Corrêa (2004), numa perspectiva de rede de suprimentos, saindo da mentalidade convencional de relações ganha-perde entre fornecedores e clientes, a decisão de terceirização deveria passar pelo crivo gerencial. Terceirizar o que realmente representaria valor para a rede, mais do que mera alteração na apropriação do valor criado. Conforme Hamel & Prahalad (1994), entre as decisões de “comprar ou fazer” deveriam entrar preocupações mais estratégicas do que apenas os custos marginais envolvidos, mas sim como preocupação principal, o que chamamos de competências centrais, ou seja, considerar se as atividades a serem terceirizadas representassem ou não “core competencies” da empresa. Com base nisso, considerando-se o que não era “core competence” e

oque envolvia tecnologia de baixo valor agregado definiu-se terceirizar atividades de usinagem de grande porte (5 eixos), estamparia, pequenas cablagens e conjuntos mecânicos. O estoque era na ordem de US\$ 17 Milhões, e a redução alvo (meta) foi de US\$ 14 Milhões (83%).

### **5.3. Proposta de Redução no Ciclo de Fabricação dos Parceiros e Fornecedores**

Criação do programa ESAP (Embraer Suppliers Advanced Performance), aplicado aos seus principais fornecedores, na busca de uma parceria que identifique os problemas e alcance melhorias em atendimento, flexibilidade e qualidade frente ao mercado tipicamente instável da aviação regional. Buscou-se, também, a redução do deadline para definição das características de cada produto, juntamente com grande oportunidade de flexibilização, tendo neste caso um ganho projetado de US\$ 12 Milhões.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho apresenta um plano de propostas para a redução do wip no processo produtivo da Embraer, compreendendo fabricantes de peças primárias e montagem final, e na cadeia de suprimentos. As freqüentes variações de demanda no mercado aeronáutico têm causado grandes impactos em todo processo produtivo e em toda a cadeia de suprimento das empresas desse exigente e competitivo mercado. Essas oscilações influenciam no nível de estoque e conseqüente aumento dos custos financeiros das empresas e no nível de atendimento. É fundamental reduzir-se os níveis de estoques atuais, para alcançar a competitividade exigida pelo mercado mundial. Aliado a isso, procurou-se postergar os itens que configuram as aeronaves para o “mais tarde possível”. Com os trabalhos desenvolvidos no processo produtivo e na cadeia de suprimentos, reduzindo ciclos de fabricação na Embraer, nos Parceiros, no processo de compra, e processo de logísticas, nos primeiros meses de implantação, observou-se melhoras significativas na redução do wip. Projetou-se uma redução de US\$ 7,1 milhões, mesmo com a duplicação da quantidade de aeronaves produzidas no período.

Analisando-se os resultados obtidos, concluí-se que a postergação do momento de montagem de item no avião; redução dos ciclos produtivos e logísticos na Embraer e nos Fornecedores, são estratégias que aumentam a competitividade da empresa, e que serão consideradas na concepção e fabricação dos novos jatos da Embraer.

## **7. REFERÊNCIAS**

1. WOMACK, J.P.; JONES, D.T. & ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. São Paulo: Editora Campus, ISBN 85-7001-742-1, 1992.
2. MONDEN, Yasuhiro. **Toyota Production System: an integrated approach to Just-in-time**. 2. ed. Georgia: Engineering & Management Press, 1993.
3. VAN HOEK, R.I. **Postponed manufacturing: a case study in the food supply chain**. Supply Chain Management, Vol.2, n.2, 1997.
4. BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos : planejamento, organização e logística empresarial**. Porto Alegre, Bookman, 5. ed., 2006.
5. ROTHER, M. & SHOOK, J. **Learning to See**. The Lean Enterprise Institute, 1998.
6. CORRÊA, H. L. & CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços : uma abordagem estratégica**. São Paulo: Editora Atlas, 2004.
7. HAMEL, GARY & PRAHALAD, C. K. **Strategic Flexibility : Managing in a Turbulent Environment**. SMS, ISBN: 0471984736, 1994.

## **REDUCTION OF THE WORK IN PROCESS IN AN ASSEMBLY LINE: CASE STUDY IN THE AERONAUTIC INDUSTRY**

Código do Trabalho: 161049398

**Abstract.** *The analysis of the internal and external environments of the Embraer reveals the need and opportunity of reduction the time of answer to the market and the production costs. The objective of this work is to analyze the reduction of inventory (work in process – WIP) in the production process and in the Embraer supply chain, and propose solutions to improve the agility of service to the clients and the competitiveness of the company. The Embraer case study shows up like the definition of managerial actions substantiated in lean manufacturing tools and directed to the shop floor and supply chain results in reduction of the WIP.*

**Keywords.** *Work in Process, Production Process, Supply Chain*