

INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA

2007/2008



TII

DOCUMENTO DE TRABALHO

O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA.

**OPTIMIZAÇÃO DOS RECURSOS HUMANOS E
MATERIAIS RECORRENDO À METODOLOGIA
*LEAN***

**JOÃO MARIA CLARO BOTAS
CAPITÃO**



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

**OPTIMIZAÇÃO DOS RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS
RECORRENDO À METODOLOGIA *LEAN***

CAP/TMMA JOÃO MARIA CLARO BOTAS

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2007/2008

Lisboa 2008



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

**OPTIMIZAÇÃO DOS RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS
RECORRENDO À METODOLOGIA *LEAN***

CAP/TMMA JOÃO MARIA CLARO BOTAS

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2007/2008

Orientador: MAJ/ENGAER JOÃO NOGUEIRA

Lisboa 2008

Agradecimentos

Ao MAJ/ENGAER João Nogueira, pela excelente orientação e disponibilidade sempre demonstradas.

Ao CAP Lopes, da Escola de Línguas, pela revisão do *Abstract*.

Aos seguintes militares que se disponibilizaram para serem entrevistados e que com os seus conhecimentos contribuíram decisivamente para o culminar deste trabalho:

Da BA5

- TCOR/TMMA Luís Oliveira
- CAP/TMMA Manuel Soares
- CAP/TMMEL Mário Cordeiro
- SAJ/MMA José Pereira
- 1SAR/MMA João Almeida
- 1SAR/MELIAV Apolinário
- Aos restantes militares com quem conversei informalmente.

CLAFADA/DMA

- CAP/ENGAER Carlos Batalha
- CAP/ENGEL Paulo C. Santos
- CAP/ENGAER Luís Meireles

Ao TCOR/ENGAER Pedro Salvada, um agradecimento especial pela entrevista concedida, pela revisão técnica do trabalho e pela disponibilidade sempre demonstradas.

À minha esposa pela revisão textual do trabalho.

À minha família pelo apoio e compreensão demonstradas.

Índice

Introdução.....	1
1. Estudo da metodologia <i>Lean</i>	4
a. Conceito.....	4
b. Princípios da Metodologia.....	4
c. Os oito Desperdícios (“Waste”) correntes nas organizações.....	6
d. Vantagens decorrentes da metodologia	8
e. Cuidados a ter na implementação da metodologia	9
f. Ferramentas comuns mais usadas	12
(1) 6 “S”	12
(2) “Takt time” (tempo “takt”).....	13
(3) Gestão visual	13
2. Implementação da Metodologia <i>Lean</i> na FAP	14
a. Doca 4.....	14
(1) Primeira aeronave modificada com metodologia <i>Lean</i>	17
(2) Entrevistas à chefia.....	18
(3) Entrevistas à equipa de engenharia.....	18
(4) Entrevista ao pessoal executante	18
(5) Desperdícios	18
(6) Recursos	19
b. EMMEE.....	19
(1) Desperdícios mais significativos encontrados.....	21
(2) Recursos	21
3. Discussão dos resultados da Doca 4 e EMMEE, face às hipóteses.....	22
Conclusões.....	25
BIBLIOGRAFIA.....	30
ANEXOS	A-1 a L-1
Índice de figuras	
Figura 1 - Processo de implementação da metodologia <i>Lean</i>	5
Figura 2 - Desperdícios.....	7
Figura 3 - O processo evolutivo da filosofia <i>Lean Thinking</i> nas organizações.....	10
Figura 4 - <i>Layout</i> da Doca	15
Figura 5 - Imobilização das aeronaves na Doca	17
Índice de Tabelas	
Tabela 1	18
Tabela 2	21
Tabela 3	27

Resumo

Este trabalho centra-se no estudo da metodologia *Lean*, desde as suas origens com Henry Ford, passando pela evolução obtida no Japão, após a segunda Grande Guerra, até à importação e melhoramento da filosofia pelos EUA.

A metodologia *Lean* consiste na sua essência, em conseguir eliminar os oito desperdícios correntes, existentes num processo produtivo. Para conseguir este objectivo aprofundam-se os cinco princípios da metodologia a saber: Valor, Fluxo de valor, Fluxo contínuo, Puxar e Perfeição, assim como outras ferramentas de relevo como o “Takt Time”, o 6 “S” e a Gestão Visual, que servem de complemento aos princípios *Lean*.

Neste capítulo, são ainda abordados alguns cuidados e factores a considerar na implementação da metodologia, assim como, algumas vantagens verificadas nos processos que beneficiam desta metodologia, enunciadas em estudos da “Manufacturing Extension Partnership” (MEP) e “Comunidade Lean Thinking” e que chegam a reduzir o tempo de produção (Lead Time) até noventa por cento (90%) e a aumentar a produção até cinquenta por cento (50%).

No segundo capítulo, é investigada a implementação da metodologia na Base Aérea Nº5, na manutenção programada do F16, ao nível de trabalhos em bancada e na aeronave, onde, apesar de ainda embrionária, comprova as vantagens descritas anteriormente neste sistema de armas.

No terceiro, discutem-se os resultados face às hipóteses colocadas, permitindo responder à pergunta de partida, validando ambas as hipóteses desenhadas.

As conclusões deste trabalho levam-nos então a apontar algumas recomendações, que se consideram importantes para melhorar a eficiência da manutenção programada em aeronaves: aplicação da metodologia *Lean* a toda a manutenção programada do F16 e por analogia, a sua extensão a toda a manutenção programada dos sistemas de armas existentes na FAP.

Abstract

This research work focuses on the Lean methodology, from its origins with Henry Ford, through its evolution after the Second World War in Japan, to the import and improvement of the model by the USA.

The Lean methodology consists of identifying and, consequently, eliminating the eight current wastes which exist in a productive process. In order to achieve this purpose, the five principles of the methodology are detailed, namely: Value, Value Stream, Flow, Pull and Perfection, as well as other relevant tools as the "Takt Time", the 6 "S" and the Visual Management, which complement the Lean Principles.

This chapter refers some factors and cautions to consider in the implementation of this methodology, as well as some advantages observed in the processes which benefit from, mentioned in MEP and "Lean Thinking Community" studies which, at times, may lead to a decrease in the production (Lead Time) up to ninety percent (90%) and an increase in production up to fifty percent (50%).

The second chapter researches the implementation of this methodology at Air Base N°5, in the programmed F16 maintenance, in terms of work at the "Back Shop" and on the aircraft. There, though still at an early stage, it proves the previously mentioned advantages in this weapons system.

The third chapter discusses the results according to the hypotheses considered, allowing an answer to the research question, validating both hypotheses drawn.

Finally, some recommendations which are considered important are made in order to improve the efficiency on the programmed aircraft maintenance: application of the Lean methodology to all the programmed F16 maintenance and its extension to all programmed maintenance, of the PRTAF existing weapon systems.

Palavras-chave

Desperdícios, Ferramentas, Metodologia *Lean*, Motivação, Princípios, Processo, Racionalização, Recursos, Sistema de Armas, Sistema Toyota de Produção

Lista de abreviaturas

BA – Base Aérea

CEMFA – Chefe do Estado-Maior da Força Aérea

CIFFA – Comando de Instrução e Formação da Força Aérea

CLAFa – Comando Logístico e Administrativo da Força Aérea

COFA – Comando Operacional da Força Aérea

DMA – Direcção de Mecânica e Aeronáutica

EUA – Estados Unidos da América

FAP – Força Aérea Portuguesa

MEP – Manufacturing Extension Partnership

OGMA, SA – Oficinas Gerais de Material Aeronáutico, Sociedade Anónima

SA – Sistema de Armas

SIAGFA – Sistema Integrado de Apoio à Gestão da Força Aérea

UA – Unidade Aérea

UB – Unidade Base

USAF – United States Air Force

Introdução

A Força Aérea Portuguesa (FAP) é parte integrante do sistema de forças nacional e tem por missão cooperar, de forma integrada, na defesa militar da República, através da realização de operações aéreas, e na defesa aérea do espaço nacional¹.

Para cumprir a missão acima referida, há necessidade de aeronaves prontas para voo e capazes de cumprir as missões que lhes forem destinadas. Para atingir este desiderato, a FAP deve ter uma **manutenção** de aeronaves capaz e dinâmica, procurando continuamente melhorar a sua eficiência.

Numa conjuntura onde os recursos são escassos, é imperativo, através da aplicação de programas de optimização, ou outros, melhorar a relação custo eficácia, na manutenção de aeronaves FAP. O estudo da metodologia *Lean*, é importante porque, segundo os seus defensores, “*Lean* é uma forma de ver e eliminar desperdícios, é um processo operacional para simplificar a forma como o material e a informação são geridos, uma forma de pensar” (Salvada, TCor, 2007), com a qual se poderá melhorar a prontidão de aeronaves e reduzir os custos de manutenção.

Neste contexto e no intuito de aprofundar o conhecimento do tema, o autor propõe-se estudar a metodologia *Lean*, a sua origem e evolução ao longo dos tempos e posteriormente centrar a investigação no projecto protótipo da FAP, a decorrer no Programa F-16/MLU, na Doca 4 e também na Esquadilha de Manutenção de Material Eléctrico e Electrónico (EMMEE), da Base Aérea N°5.

Nestas áreas, pretende-se ainda avaliar se a aplicação da metodologia *Lean* traz a desejada optimização de recursos, apurando as vantagens, as desvantagens e os problemas encontrados. Finalmente, apurar-se-á se esta metodologia melhora a eficiência da manutenção e serve de igual forma a manutenção programada na aeronave, nível “Organizational” (O) e manutenção de equipamentos em bancada, nível “Intermediate” (I), do sistema de armas F16. A partir daí, extrapolar a sua aplicação para outras áreas da manutenção programada dos sistemas de armas da FAP, onde, por analogia se ganharia com a sua implementação.

As técnicas *Lean* foram aplicadas inicialmente no sector automóvel, no Japão, pela Toyota e devido aos bons resultados obtidos, rapidamente se estenderam aos mais diversos sectores como a Arquitectura, a Administração, a Engenharia Civil e Construção, a

¹ Extraído da página da Força Aérea Portuguesa.

Distribuição, a Manufatura e a Aeronáutica nomeadamente, na “United States Air Force” (USAF).

A compreensão deste facto, a escassez, cada vez maior, de meios humanos e materiais, a consciência de que a FAP deve responder de forma positiva às preocupações actuais, relativamente ao uso racional e eficiente destes recursos, levam-nos para a questão de partida que, segundo o método de investigação de “Raymond Quivy e Luc Van Campenhoudt”, orienta este trabalho e que é a seguinte:

- **“Em que medida a metodologia *Lean* pode ser estendida à manutenção de todos os sistemas de armas da FAP?”**

Associada a esta, apresenta-se ainda uma pergunta derivada:

- **A que níveis de manutenção, “O” e “T” a metodologia *Lean* pode ser aplicada?**

No sentido de tentar encontrar resposta para a pergunta que orienta este trabalho, assim como para a pergunta derivada, formulam-se duas hipóteses:

- **A implementação da metodologia *Lean* na manutenção programada em geral, pode melhorar a sua eficiência.**
- **A aplicação da metodologia *Lean* é vantajosa nas áreas críticas da manutenção.**

O corpo do texto compreenderá três capítulos articulados numa sequência lógica que permitirá responder à pergunta derivada, à central, testar e validar, ou não, as hipóteses formuladas.

Assim, feita a introdução, iniciar-se-á o corpo do trabalho com o primeiro capítulo, importante para a contextualização e que centrará a investigação no estudo da metodologia *Lean*.

No segundo capítulo, em função das entrevistas efectuadas (BA5), far-se-á o levantamento da implementação da metodologia *Lean*, na Base Aérea N°5, evidenciando-se os resultados obtidos.

Por fim, no terceiro capítulo serão discutidos os resultados, procurando testar e validar as hipóteses esboçadas e responder às questões colocadas.

Para terminar, apresentar-se-á um resumo das principais conclusões, os seus contributos para o conhecimento, assim como uma sugestão do modelo conceptual a seguir numa implementação *Lean* e ainda algumas recomendações julgadas pertinentes para o futuro a seguir, na manutenção dos sistemas de armas da FAP.

Corpo de Conceitos

No decurso do trabalho será frequentemente usada terminologia própria que, no âmbito do mesmo, é assim definida, remetendo-se para anexo outros também julgados importantes:

Área Crítica – Áreas que apresentam dificuldades em atingir os objectivos².

Eficiência – avalia-se por comparação dos resultados com os meios consumidos³.

Lead Time – Período associado ao início de uma actividade, até ao seu término².

Just in Time – Cada etapa do processo produz somente os produtos necessários para a fase posterior, na quantidade e no momento exacto².

Melhoria Contínua – O compromisso de diariamente melhorar os produtos, o ambiente de trabalho e os negócios².

Nível Organizational (O) – Nível de manutenção, onde, exclusivamente, se desenvolvem trabalhos na aeronave.⁴

Nível Intermediate (I) – Nível de manutenção, onde, exclusivamente, se desenvolvem trabalhos nos equipamentos em bancada.⁴

² Conceitos retirados da *Comunidade Lean Thinking*.

³ Retirado da disciplina, Gestão das Organizações, ministrada ao CPOS.

⁴ Conceito vertido na directiva 4151.18, do departamento de defesa dos EUA, aplicável à USAF, e adoptado pela FAP no F-16.

1. Estudo da metodologia *Lean*

A metodologia *Lean* teve origem em Henry Ford, após a segunda Grande Guerra e foi desenvolvida no Japão, pela Toyota. Devido aos bons resultados obtidos, foi importada e melhorada nos EUA. Mais informações sobre as suas origens constam no ANEXO B.

a. Conceito

“*Lean* as a concept, has two driving forces: to continuously eliminate waste, and to continuously add value”⁵

James P. Womack, Daniel Roos e Daniel T. Jones

A metodologia ou pensamento *Lean* (*Lean Thinking*), nomenclatura preferida por alguns autores, consiste num conjunto de conceitos e princípios que têm como objectivo final, simplificar o modo como uma organização ou serviço produz e entrega valor (produto final), enquanto todos os desperdícios do processo são eliminados. A satisfação do cliente deve ser um objectivo permanente, sendo-lhe dado ênfase contínuo. Todos os participantes no processo, da gestão à execução, devem estar permanentemente empenhados em identificar as áreas de preocupação (os problemas), estudar as soluções (identificação e eliminação de desperdícios), testá-las e implementá-las.

b. Princípios da Metodologia

Como se percebe do ponto anterior, a filosofia *Lean* baseia-se na remoção do desperdício (“gordura”) – tudo aquilo que não é necessário no processo produtivo – para ganhar *valor*. A figura 1 ilustra o processo de implementação da metodologia numa empresa, onde se pode verificar a evolução do crescimento do *valor* em função da remoção do *desperdício*.

⁵“*Lean* como conceito tem duas vertentes: continuamente a eliminar desperdício e continuamente adicionar valor” Tradução de um excerto do livro, *The Machine That Changed the World*, dos autores James P. Womack, Daniel Roos e Daniel T. Jones.



Figura 1 – Processo de Implementação da Metodologia *Lean*⁶

Assim, começemos por definir primeiro, os cinco princípios que servem de base a esta filosofia, referidos em várias publicações e documentos:

- **Valor.** O produto final deve ser exactamente aquilo que os clientes querem, necessitam e esperam. Características do produto ou serviço que não atendam a percepção de valor do cliente, representam oportunidades para melhorar o processo. É a referência para a identificação de desperdícios, definidos como tudo aquilo que não adiciona valor, servindo de base para a aplicação dos demais princípios. Referem-se ainda três componentes essenciais para adicionar valor: o cliente deseja pagar por ele, alterações ao objecto em processo e fazer certo à primeira vez (Womack; Jones, 2003:16).
- **Fluxo de valor.** É o veículo que permite entregar valor aos clientes, ou seja, a sequência racionalizada de processos que desenvolvem, produzem e entregam os resultados desejados. A visualização de todo o trabalho é uma forma que estimula as pessoas a focarem-se no que correu menos bem em

⁶ Retirado de um sítio da internet, pertencente à *Comunidade Lean Thinking*.

vez de, quem é que errou. É aqui que, ao longo do fluxo de valor, se devem identificar e eliminar os desperdícios, da matéria-prima ao cliente final. Normalmente, este processo focaliza-se na gestão do fluxo físico de materiais, equipamentos e pessoas (Womack, Jones, 2003:19).

- **Fluxo contínuo.** Sequenciação do fluxo de valor para eliminar qualquer parte do processo que não adicione valor. Assim, devem-se realizar todas as actividades que agreguem valor sem interrupções, eliminando tempos mortos (desperdícios) e reduzindo o Lead Time (Womack, Jones, 2003:21).
- **Puxar.** Consiste em produzir apenas o que é preciso quando for necessário. Tem como objectivo evitar a acumulação de produtos em armazém. As comunicações no tempo certo e a gestão de operações em “Just-in-Time” (JIT), revestem-se de primordial importância (Womack, Jones, 2003:24).
- **Perfeição.** Conceito de zero defeitos e melhoria contínua – é o compromisso de continuamente procurar os meios ideais para criar valor enquanto o desperdício é eliminado. O processo de melhoria e aprendizagem contínua é importantíssimo e deve ser disseminado na base da hierarquia funcional. A adopção desta estratégia garante que os problemas possam ser detectados e resolvidos rápida e eficientemente. A avaliação do desempenho também deve estar presente (Womack, Jones, 2003:25).

c. Os oito Desperdícios (“Waste”) correntes nas organizações

“*Muda*. It’s the one Word of Japanese you really must know. It sounds awful as it rolls off your tongue and it should, because *muda* means waste, specifically any human activity which absorbs resources but creates no value.”⁷

James P. Womack e Daniel T. Jones

No parágrafo anterior vimos os princípios que servem de base à filosofia *Lean* e que estes estão focados na identificação e remoção do desperdício. Assim, num processo produtivo clássico, segundo dados disponibilizados pelo TCor ENGAER, Salvada, com origem num estudo efectuado a duzentas empresas, pelo

⁷ “*Muda*. É uma palavra Japonesa que é realmente necessário saber. Soa tão mal quanto é difícil de pronunciar, porque *muda* significa desperdício, especificamente qualquer actividade humana que absorva recursos mas que não adiciona valor.” Tradução de um excerto do livro, *Lean Thinking*, dos autores James P. Womack e Daniel T. Jones.

Lean Enterprise Institute, figura 2, os desperdícios consomem cerca de 95% do tempo total de execução. Sendo 35% atribuído a tarefas necessárias, mas que não adicionam valor e os restantes 60%, puro *desperdício*. Ora, se uma empresa ou organização conseguir eliminar este *desperdício*, facilmente se conclui que isso constituirá num enorme ganho.

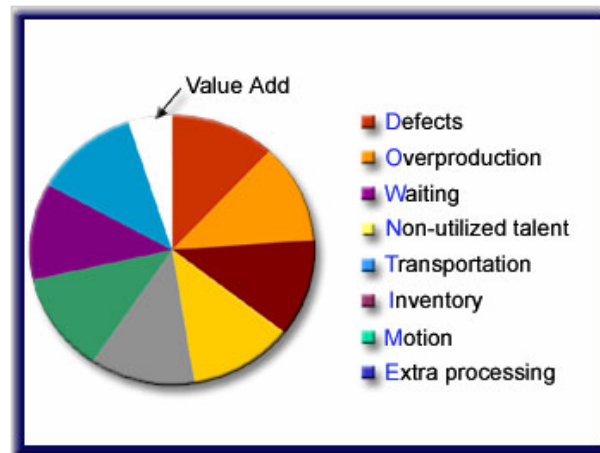


Figura 2 – Desperdícios⁸

Estes foram identificados inicialmente por *Taiichi Ohno (1912-1990)*, executivo da Toyota e considerado um dos fundadores do Toyota Production System (TPS), que enumerou sete. Recentemente, o *Lean Enterprise Institute* adicionou mais um, relativo ao não uso do talento humano. De referir que a *United States Air Force (USAF)*, substituiu este por outro referente aos acidentes pessoais. Face ao exposto, importa descrever sucintamente os oito desperdícios correntes nas organizações, a saber:

- **Defeitos.** Qualquer acção não executada, ou serviço não prestado à primeira tentativa, de acordo com as especificações do cliente. A consequência imediata é o consumo de recursos sem retorno.
 - Causas: qualidade fraca dos materiais usados, treino inadequado dos operadores e instruções de trabalho deficientes.
- **Excesso de produção.** Produção de excesso de informação, atributos, aplicações, ou produtos, sem ir de encontro ao requisito do cliente final.
 - Causas: planeamento deficiente.

⁸ Retirado de um sítio da internet, pertencente ao *Lean Enterprise Institute*.

- **Tempos de espera.** Tempo perdido (ócio) quando pessoas, material e equipamentos estão impedidos (parados) de executar a tarefa seguinte. Os recursos devem estar disponíveis no tempo e altura certa. Para evitar os tempos de espera deve-se aplicar a filosofia “JIT”.
 - Causas: carga de trabalho desequilibrada, práticas de manuseamento de material deficientes, espera por decisões, autorização ou informação.
- **Talentos humanos/recursos não usados.** Potencial desperdiçado para melhoria de resultados quando os trabalhadores não são consultados, ou incentivados a apresentarem ideias para melhoria dos métodos de trabalho.
 - Causas: pensamentos da “velha guarda”, políticas diversas, cultura.
- **Transporte.** O material deve ser entregue no tempo certo (quando é preciso), no ponto onde é preciso (na produção ou linha de montagem), sem pontos intermédios.
 - Causas: planta das instalações deficiente e grandes armazéns.
- **Inventário.** Qualquer material ou órgão em excesso (para além do necessário), para o passo seguinte na produção, ou para entrega ao cliente. Existem três tipos identificados: material bruto, trabalho em progresso e bens finalizados.
 - Causas: envio inconstante de material, por parte dos fornecedores, planeamento deficiente, falha de comunicação, etc.
- **Movimentação desnecessária.** Movimento de pessoas ou máquinas que não adiciona valor ao produto final (trajectos desnecessários).
 - Causas: planta deficiente das instalações (docas de trabalho), organização do local de trabalho e armazenamento deficientes.
- **Extra processamento.** Esforço e tempo gasto a processar informação ou material sem adicionar valor ou seja, fazer mais do que o mínimo necessário para transformar material num produto aceitável.
 - Causas: burocratização e produção de relatórios desnecessários.

d. **Vantagens decorrentes da metodologia**

A MEP, na pessoa de Jerry Kilpatrick e a “Comunidade *Lean Thinking*”, suportados em estudos e trabalhos de investigação efectuados a organizações que implementaram a metodologia *Lean*, identificaram algumas vantagens/ganhos

significativos, resultantes dessa implementação, as quais, pela sua importância, se passam a descrever:

- Incremento do negócio até valores superiores a 30% num ano;
- Redução do “lead time” para valores entre 70 a 90%;
- A produção aumentou para valores entre 15% a 50%;
- Os “Stocks” foram reduzidos para valores até 80%;
- A satisfação dos clientes sofreu um acréscimo para valores entre os 80 a 90%;
- A qualidade dos serviços aumentou para valores que rondam os 80%;
- Passou a existir maior envolvimento, motivação e participação dos executantes nos processos produtivos;
- As áreas de trabalho foram reduzidas para valores entre os 40% a 75%;
- A capacidade de resposta das organizações aumentou.

Após leitura destes ganhos, facilmente se percebe que, as empresas ou organizações que implementem a metodologia *Lean*, passarão a recolher benefícios substanciais.

e. Cuidados a ter na implementação da metodologia

“O sucesso da Toyota no mundo tem atraído cada vez mais interesse daqueles que acham que podem se tornar uma Toyota em um piscar de olhos. Mas não é tão fácil. Ainda nenhuma companhia chegou perto em termos de desempenho operacional”.

José Roberto Ferro⁹

“Ainda há a implementação generalizada de ferramentas sem propósitos claros que podem até trazer alguns resultados positivos pontuais, mas que não são sustentados ao longo do tempo e não têm impactos significativos para o negócio”

José Roberto Ferro¹⁰

Apesar das vantagens enunciadas na alínea anterior e dos vários exemplos de sucesso existentes – a Toyota tem sido a bandeira da metodologia *Lean* – o

⁹ José Roberto Ferro, Presidente do *Lean Institute Brasil*

¹⁰ José Roberto Ferro, Presidente do *Lean Institute Brasil*

caminho a percorrer na implementação da metodologia *Lean*, num projecto ou empresa, não é fácil e nem todas têm tido sucesso, uma vez que, inicialmente, muitas delas criam expectativas demasiado altas, que depois caem por terra com a consequente perda de motivação.

A implementação da filosofia *Lean* passa por várias etapas, sendo a inicial considerada a mais crítica, pois é a da adaptação das pessoas e da resistência à mudança. Os responsáveis devem mesmo preparar-se para perdas nesta fase, sendo elas consideradas normais pela *Comunidade Lean Thinking*, como demonstrado pela figura 3.



Figura 3. O processo evolutivo da filosofia *lean thinking* nas organizações¹¹

Outro dos aspectos a salientar na implementação da metodologia, é a observância de alguns cuidados considerados essenciais por algumas pessoas e organizações, nomeadamente a *Comunidade Lean Thinking*, a MEP e o TCor Salvada, baseados em estudos e investigações efectuados, referem:

- **Planeamento.** Usar o método das 5 questões (o quê, quem, quando, porquê, quanto). Construir um formulário que responda a estas questões e identificar claramente responsabilidades, com espaço reservado para assinatura intervenientes/decisores;
- **Consultor.** É imprescindível a presença de um consultor externo em *Lean* (“Sensei”¹²), para dirigir/ajudar a implementação da filosofia, permitindo simultaneamente um retorno acelerado sobre o investimento efectuado;
- **Chefias.** A implementação deve ser determinada sempre superiormente e mesmo que estas ocorram só ao nível operacional, as chefias devem

¹¹ Retirado de um sítio da internet, pertencente à *Comunidade Lean Thinking*.

¹² Mestre na filosofia e aplicação das técnicas *Lean*

acompanhar e apoiar todo o processo evolutivo, determinando correcções se necessário;

- **Comunicação.** Construir um grande consenso, divulgar o mais possível, envolver todos, fazer uma página resumo, relatório detalhado de cada processo, apresentações de 15 minutos, breves, jornais, revistas, visitas, etc;
- **Escolha correcta das fases de implementação.** A fase inicial de implementação deve ser simples, pertencer à área operacional, por criar mais impacto e possibilitar um retorno rápido, de modo a incentivar as pessoas;
- **Execução.** Velocidade, quanto mais rápido melhor, para aproveitar o momentum. Em geral leva anos a implementar a “Lean culture”;
- “O cliente em primeiro lugar”. O processo produtivo deve ser desenvolvido, sempre com um objectivo em mente: a satisfação do cliente;
- **Disciplina.** Essencial manter e dar o exemplo;
- **Identificação de Problemas.** Todos os participantes do processo devem estar aptos a identificar problemas, reconhecer os que são da sua responsabilidade, resolvê-los e depois ajudar a resolver os dos outros;
- **Problemas.** As dificuldades ou pontos críticos do processo devem ser encaradas como elementos fundamentais para melhorar. Segundo os “gurus” do TPS, “Problemas são Tesouros”;
- **Persistência.** A implementação Lean vai ter impacto directo nas pessoas e nas funções logo, vai alterar profundamente a cultura organizacional, causando desconforto. As chefias devem estar preparadas para fazer face a esta contrariedade, ajudando a criar novos hábitos, dando o exemplo;
- **Medição.** É essencial possuir um sistema para medir a evolução da implementação Lean face aos progressos obtidos e aplicar acções correctivas para eventuais desvios;
- **Celebrar o sucesso (motivação).** Atribuir louvores, festa de celebração, reconhecimento, prémios, etc;
- **Logística.** A cadeia de abastecimento também faz parte do processo e é importantíssima para conseguir um bom desempenho (JIT);
- **Formação/treino:** É essencial, mas não se deve exagerar, devendo haver um equilíbrio entre esta e a acção.

f. Ferramentas comuns mais usadas

Integradas na metodologia existem ferramentas que se relacionam com os princípios *Lean* e contribuem para a remoção dos desperdícios nos processos produtivos. Algumas destas ferramentas poderão ser usadas sozinhas ou em conjunto, no entanto, a maior parte dos pensadores defende que serão mais efectivas, se usadas complementarmente com outras e com a sequência correcta.

Face ao exposto, na impossibilidade de falar de todas pela sua extensão, vamos abordar algumas das ferramentas cuja implementação se revela ser simples, rápida e simultaneamente, possibilitam um retorno rápido do investimento. Por isso, normalmente, são das primeiras a ser seleccionadas para iniciar os processos de implementação:

(1) 6 “S”

O termo 5 “S” surgiu no Japão, na década de cinquenta, tendo sido uma das ferramentas essenciais para a recuperação de muitas empresas Japonesas. Esta ferramenta serve essencialmente para organizar e tornar o ambiente de trabalho funcional e agradável. Foi-lhe atribuído este nome porque os 5 “S” são as iniciais de cinco palavras japonesas, que os americanos também adaptaram. Mais tarde, a USAF adicionou mais uma palavra ao grupo, passando a chamar-lhe 6 “S”. Passemos então a enumerá-las e a ver o seu significado:

- Seiton (Sort): significa arrumar e deixar tudo no sítio, para se encontrar sempre que for preciso, sem se perder tempo e sem gastar energia desnecessária;
- Seiri (Straighten): evitar o desnecessário, ou seja, separar o necessário do desnecessário, colocar tudo o que é necessário no local de trabalho e guardar tudo o que é desnecessário noutra local;
- Seiso (Sweep): manter sempre limpo e em ordem para não prejudicar a andamento dos trabalhos;
- Seiketsu (Standardized): normalização das práticas de trabalho, de modo a que o ambiente seja saudável e agradável para todos;

- *Shitsuke (Self-discipline)*: significa disciplina, ou seja, seguir sempre os conceitos anteriores fazendo deles um modo de vida;
- *Safety (adicionada pela USAF)*: apelo à segurança através da colocação nas áreas de trabalho, de quadros com estatísticas de acidentes de trabalho, perseguindo o “zero acidentes”;

(2) “Takt¹³ time” (tempo “takt”).

É o ajustamento do tempo de produção ao tempo disponível, (tempo disponível/necessidade do cliente). O “takt time” é importante porque, depois de definido pela direcção é assumido como um compromisso de todas as áreas participantes, em relação às principais metas e objectivos. É o denominador comum da estabilização de todas as áreas produtivas e de suporte, que devem produzir de forma sincronizada e eficiente, direccionando a organização ou grupo para uma visão sistémica e não departamental, permitindo a todos trabalhar ao ritmo certo, mesmo as áreas de suporte.

(3) Gestão visual

Compreende um conjunto de ajudas visuais existentes na área de trabalho, que permitem ao conjunto dos intervenientes no processo produtivo, desde o gestor aos executantes, responderem a diversas questões. O que é que eu preciso saber, o que é que eu preciso partilhar, que normalmente qualquer pessoa quer saber mas não tem coragem para perguntar. Tem como objectivo fundamental, chamar a atenção e alertar para situações anormais que ocorram no processo produtivo, permitindo o accionamento rápido de medidas adequadas à sua correcção.

¹³ "Takt" é a palavra alemã para o bastão que o maestro de uma orquestra usa para regular ou comandar a velocidade, o batimento ou o tempo em que os músicos tocam.

2. Implementação da Metodologia Lean na FAP

a. Doca 4

O programa de actualização/modernização da frota F-16 (MLU)¹⁴ a decorrer na Primeira e Segunda Esquadra, é composto por quatro fases, denominadas de Doca 1, Doca 2, Doca 3 e Doca 4. Esta última, nível de manutenção “O”, está situada na BA5. Mais Informação sobre a Doca 4, remete-se para o ANEXO D.

Em Julho de 2007, devido ao atraso do programa, uma equipa de especialistas na metodologia *Lean* (*Sensei*), pertencente à USAF, por solicitação da DMA, deslocou-se à Doca 4 para proceder à avaliação da situação no terreno e de seguida apoiar a FAP na implementação da metodologia.

Assim, a equipa da USAF, através da observação visual da área de trabalho e entrevistas ao pessoal, fez o “mapeamento” do fluxo de produção que encontrou (Current state), ANEXO E, onde representou, através de “Post It” de cores diferentes, conforme a legenda, o conjunto das tarefas, dos recursos humanos, dos constrangimentos e dos transportes que compõem o processo. Chegou às seguintes conclusões:

- As práticas de trabalho não estavam normalizadas;
- Não existia gestão visual do processo de modificação;
- A comunicação não era eficaz;
- Havia pouca orientação na área de trabalho;
- Não havia “takt time” definido;
- Não havia uma disposição normalizada das células de trabalho;
- Na generalidade, os 6 “S” não eram aplicados.

Em oposição frisou que o pessoal da FAP estava empenhado, revelava potencial e estava ansioso pela mudança.

Após estas constatações, segundo as entrevistas efectuadas ao Cap. ENGAER, Batalha e ao Cap. ENGEL, Santos, pertencentes à equipa que presta apoio de engenharia e acompanhamento da implementação da metodologia Lean na Doca 4, foram tomadas as seguintes acções:

¹⁴ “Mid Life Update”

- Apresentação do novo “mapeamento”, baseado na metodologia Lean (Future state), conforme ANEXO F. Comparando os dois, verifica-se que no “Future state” os constrangimentos foram eliminados e já existe uma divisão por células no processo. Os objectivos principais do “mapeamento” foram:
 - identificar os problemas ou constrangimentos;
 - conhecer o ciclo de produção;
 - criar o ponto de partida para um pacote de trabalhos comum (Standard Work Package) para a Doca 4. Foi referido pelos entrevistados, que até esta data, o pacote variava de aeronave para aeronave (dependia dos trabalhos que eram efectuados na Doca 3);
 - definir uma sequência de trabalho standard.
- Definição do “Standard Work Package”, igual para todas as aeronaves;
- “Standarização” da área de trabalho (“layout”) na Doca 4, com quatro células (montagem, testes operacionais, sistema de combustível e preparação para voo) e uma quinta, destinada à pintura nas OGMA S.A. Esta disposição foi pintada no chão do hangar, para posicionamento das aeronaves conforme a célula em que se encontram (figura 4).

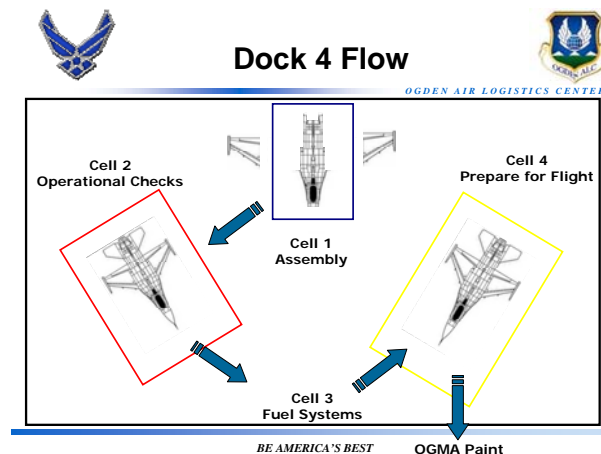


Figura 4 – Layout da Doca 4

Esta disposição, está relacionado com os princípios Lean, Fluxo e Puxar, tem como objectivos principais:

- melhorar o fluxo de produção evidenciando a evolução da aeronave no processo produtivo, ou seja, sistema “produtor vs cliente” (a célula dois

- é cliente da célula um e esta tem que fluir a aeronave para a célula dois quando previsto ou esta precisa);
- dar conhecimento do andamento dos trabalhos a todos os intervenientes.
- Definição do “takt time” para cinquenta dias (50). Considerando a necessidade de produzir cinco aeronaves por ano e os duzentos e sessenta e quatro dias disponíveis, divide-se estes por cinco e obtém-se o “takt time”. Como a Doca 4 tem capacidade para duas aeronaves desfasadas no tempo, acerta-se o “Lead Time” para cem e a cada cinquenta deverá haver uma aeronave a sair para voo de ensaio.
- Formação ao pessoal sobre a ferramenta 6 “S”, com passagem imediata à sua implementação no Hangar.
- A área da preparação do material, passou a entregar o material necessário ao dia, para cada área específica, na respectiva célula, obedecendo ao princípio: “o material vai ter com o mecânico, libertando este para os trabalhos na aeronave.
- No âmbito da gestão visual do trabalho, foram criados quadros (ANEXOS G e H) com as quatro células que permitem rapidamente identificar se os trabalhos estão atrasados ou adiantados, através de um código de cores (bandeiras):
- vermelha, implica um atraso superior a dez por cento (10%);
 - amarela, implica um atraso entre cinco a dez por cento (5 a 10%);
 - verde, implica um atraso entre zero e cinco por cento (0 a 5%);
 - azul, implica adiantamento, à frente do planeado.
- “Standard Work Package”, foram definidas as acções de manutenção a realizar diariamente pelas áreas de trabalho, de acordo com o mapa sequencial, igual para todas as aeronaves, como evidenciado no ANEXO H, permitindo:
- um maior nivelamento e equilíbrio da carga de trabalho ao longo do Lead Time;
 - maior rotina dos executantes, logo maior proficiência;
 - que cada área saiba exactamente, com antecedência, quando começa e acaba o seu trabalho.

- Reunião diária com o pessoal executante para distribuição de cartas de trabalho e outros assuntos relevantes.
- Reunião no fim de cada célula para análise de problemas encontrados, no intuito de prevenir a passagem de potenciais problemas para próxima célula.

(1) Primeira aeronave modificada com metodologia *Lean*

Segundo dados obtidos na Doca 4, sobre os *Lead Times* das aeronaves já modificadas, incluindo já a primeira aeronave a ser modificada segundo a metodologia *Lean*, figura 5, podemos observar uma redução de cento e dezoito (118) dias, tendo-se praticamente atingido o objectivo de cem (100) dias por aeronave, portanto, uma redução de cento e sessenta e seis (166) dias em relação à linha média de imobilização das aeronaves anteriores, duzentos e oitenta e quatro (284) dias. Temos assim uma redução percentual de cinquenta e oito por cento (58%) no “Lead Time”, muito perto já dos valores preconizados pela MEP e “Comunidade *Lean Thinking*”, setenta a noventa por cento (70 a 90%) na etapa de “cruzeiro”¹⁵.

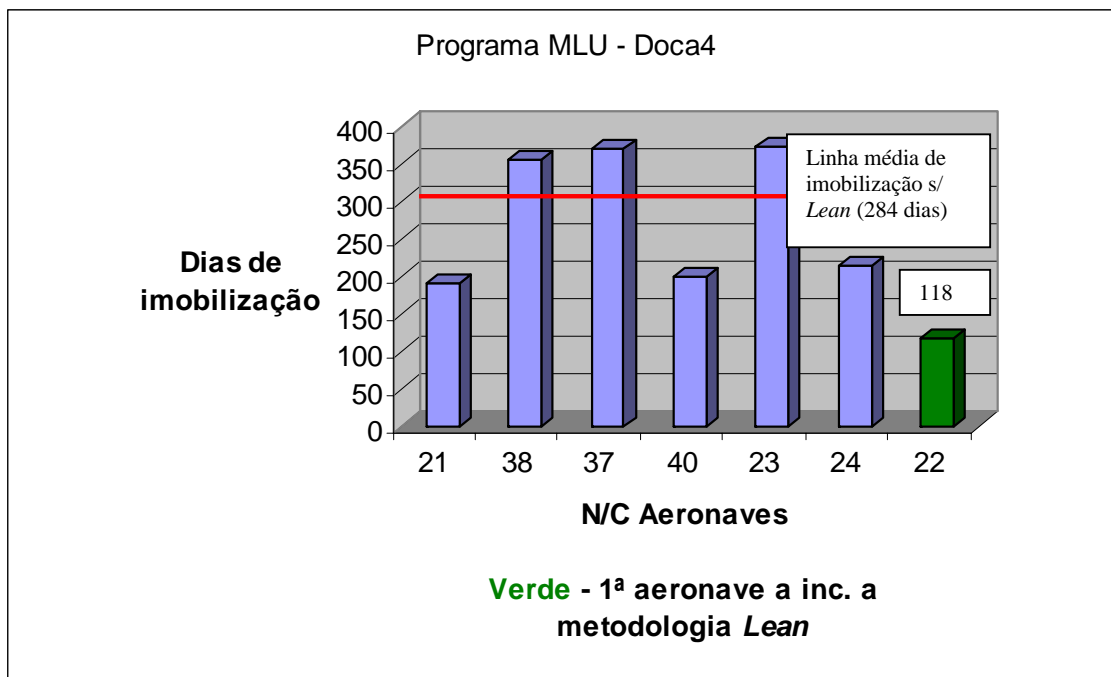


Figura 5 – Imobilização das aeronaves na Doca 4

¹⁵ Após a etapa crítica (implementação).

(2) Entrevistas à chefia

O chefe da Doca 4¹⁶, salientou que inicialmente e apesar da equipa da USAF ter referido que o pessoal estava ansioso pela mudança, houve resistência, tendo sido encarada com desconfiança. Para a vencer, a implementação foi feita de forma repentina, como preconizado na doutrina. Referiu ainda como vantagens, maior facilidade no controlo, organização e menor preocupação com a gestão do pessoal (descentralização).

(3) Entrevistas à equipa de engenharia

Como vantagens referiram a existência de maior cooperação, participação e preocupação em cumprir as tarefas nos tempos e dias definidos, uma vez que, participaram na definição dos mesmos.

(4) Entrevistas ao pessoal executante

Questionados quanto ao nível de satisfação obtido, todos responderam que era elevado e apontam como principais vantagens: conhecimento exacto do que fazer e o que têm que fazer a seguir (gerem o seu próprio tempo), maior comunicação e transparência. Um dos chefes de área, apesar de satisfeito com a metodologia, referiu que o pessoal ainda não estava preparado para a cultura *Lean*, sendo necessário um bom acompanhamento das chefias para dar frutos.

(5) Desperdícios

Já vimos que o objectivo da metodologia é ganhar valor à custa da remoção dos desperdícios. Veja-se a tabela 1, onde, com a ajuda da equipa de engenharia se identificaram os desperdícios mais significativos.

Tabela 1

Doutrina Desperdício	Antes da Metodologia <i>Lean</i>	Com a aplicação da metodologia <i>Lean</i>
Excesso de produção	Não Aplicável (N/A)	N/A
Tempos de espera	Mecânico a aguardar a chegada dos equipamentos	Os Equipamentos são colocados no Hangar com antecedência.
Talentos humanos/recursos não usados	O pessoal não era envolvido no processo	O pessoal participou na elaboração do <i>standard Work package</i> ,

¹⁶ Cap. TMMA Manuel Soares

Transporte	Ferramentas, material e equipamentos sem localização definida	Reduziu-se o transporte de material e ferramentas com a definição da localização mais adequada para as ferramentas de trabalho.
Inventário – Stock	Existia em armazém todo o material para a modificação, inclusive material da Doca2	Eliminou-se o material excedentário, ficando só o material para as duas aeronaves na Doca e com aproximadamente uma semana de antecedência em relação aos trabalhos. Assim foi possível mudar para uma sala mais pequena (1/3 da anterior)
Movimentação desnecessária	Movimentação dos mecânicos ao stock de material	Foi eliminado, passou a ser feito pelo pessoal do Stock de material
Extra processamento	Registo em dois sistemas de gestão documental, SIAGFA (FAP) e MIPS (OGMA)	Não se conseguiu eliminar
Defeitos	Anomalias originárias da Doca 3 – a maior parte dos sistemas não é possível testar nesta fase.	Estão a ser mitigados lentamente, através de reportes para as OGMA, os órgãos críticos começaram a ser enviados para revisão geral e adquiriu-se uma máquina (Eclipse) que permite testar cablagens nas OGMA. Os defeitos passaram a ser registos de forma sistematizada, permitindo melhorar processos a montante.

(6) Recursos

Segundo o Chefe da Doca 4, os recursos humanos mantêm-se inalterados. Quanto aos materiais, foram adquiridos algumas estantes para o stock de material e algumas bancadas para o hangar, artigos de menor importância. De alguma importância, a aquisição da máquina “Eclipse”, para as OGMA, que permite testar as cablagens, mitigando assim estas anomalias que têm sobrado para a Doca 4. Ao nível do espaço ganhou-se na área do stock de material (passou-se de uma sala de +-60 m2 para outra de +-20m2).

b. EMMEE

Da entrevista ao comandante¹⁷ desta Esquadilha, apurou-se que: esta área iniciou a modificação e actualização dos painéis e matrizes, pertencentes às aeronaves a sofrer MLU, no ano de dois mil e dois. Desde essa altura e até dois mil e sete, tem conseguido, em média e no máximo da sua capacidade, modificar os

¹⁷ Cap. TMMEL, Mário Cordeiro

equipamentos – mais ou menos trinta e quatro por aeronave – de três aeronaves por ano, ou seja, mais ou menos cem dias úteis de trabalho por avião sem sobreposição.

Para proceder à implementação da metodologia *Lean* nesta área, em Julho do ano de 2007, deslocou-se uma equipa da FAP, durante uma semana, a “Ogden Air Logistics Center” (Ogden ALC), pertencente à USAF, nos EUA, local onde se faz a mesma modificação, recorrendo à metodologia *Lean*.

Com os conhecimentos adquiridos em “Ogden ALC”, iniciou-se então a implementação, da qual se salientam:

- Reorganização e melhoria do espaço de trabalho.
 - Novo espaço de trabalho com uma área maior;
 - individualização das áreas de trabalho, evitando-se assim a movimentação desnecessária do pessoal, durante os períodos de produção.
- Reorganização do trabalho por tarefas.
 - Pessoal da produção passa a trabalhar e a preocupar-se só com a produção propriamente dita;
 - inspectores ficam também com os trabalhos de preparação e tratamento da informação.
- Planeamento antecipado do trabalho.
 - Identificação das tarefas por equipamento;
 - atribuição de tempos às tarefas;
 - criação do Mapa sequencial de tarefas, ANEXO I;
 - tarefas a realizar ao dia, ANEXO J.
- Colocação de quadros visuais com a evolução dos trabalhos, ANEXO L.
 - Indicadores de situação dos trabalhos face ao planeado.

Os primeiros painéis e matrizes a sofrerem a modificação, segundo a metodologia *Lean*, foram concluídos em trinta e cinco dias (35) úteis e pertencem à aeronave número de cauda (N/C) 15129.

Feitas as contas, temos uma redução no “Lead Time” de sessenta e cinco (65) dias, portanto uma redução de sessenta e cinco por cento (65%), valor ainda superior ao da Doca 4, nível “O”.

(1) Desperdícios mais significativos encontrados

Já vimos que o objectivo da metodologia é ganhar valor à custa da remoção dos desperdícios. Veja-se a tabela 2, onde, com a ajuda do comandante de Esquadilha se identificam os desperdícios mais significativos.

Tabela 2

Doutrina	Antes da Metodologia <i>Lean</i>	Após a aplicação da metodologia <i>Lean</i>
Excesso de produção	Não Aplicável (N/A)	N/A
Tempos de espera	Tempos mortos. Não havia <i>standard Work package</i> , o trabalho era feito ao ritmo do executante ou do chefe.	O trabalho é feito de acordo com o mapa sequencial.
Talentos humanos/recursos não usados	Todos faziam tudo.	Os mecânicos passaram só a executar a actualização dos equipamentos. Os inspectores, para além da verificação documental, confirmam à chegada o estado dos KIT's.
Transporte	Não significativo	Não significativo
Inventário - Stock	Não significativo	Não significativo
Movimentação desnecessária	Movimentação dos mecânicos para aceder à ferramenta.	Foi eliminado, adquiriu-se um KIT para cada Bancada. Individualização da área de trabalho
Extra processamento	Registo em dois sistemas de gestão documental, SIAGFA (FAP) e MIPS (OGMA)	Não se conseguiu eliminar
Defeitos	Não significativo	Não significativo

(2) Recursos

Segundo o comandante da EMMEE, os recursos humanos foram reforçados, o que permitiu o aumento de duas para quatro equipas a trabalhar em simultâneo. Quanto aos materiais, foram adquiridos mais duas bancadas, aumentando os postos de trabalho de quatro (4) para seis (6). Os Kit's de ferramentas também foram reforçados, adquiriram-se cinco (5), passando a haver um por bancada (seis). Está também a haver um reforço de sobressalentes identificados como críticos. Quanto ao espaço, este foi aumentado em 2/3 (troca das salas com stock de material da Doca 4).

3. Discussão dos resultados da Doca 4 e EMMEE, face às hipóteses

Após o conhecimento da metodologia e a investigação da sua aplicação na BA5, importa agora, tendo em conta as hipóteses apresentadas, discutir a sua extensão a outras áreas e em que termos. Começemos pela primeira.

- **A implementação da metodologia *Lean* na manutenção programada em geral, pode melhorar a sua eficiência.**

Sabemos que a eficiência relaciona os recursos com os resultados obtidos.

Socorrendo-nos das entrevistas e análise efectuadas na Doca 4, efectuando o balanço entre os recursos dispendidos e os resultados obtidos, percebe-se que o investimento em recursos foi mínimo (bancadas e estantes). A máquina (Eclipse) adquirida para as OGMA vai trazer benefícios para a Doca 4, através do aumento da qualidade dos trabalhos produzidos nas cablagens, mas não é um investimento directo da Doca 4 e não se verificou na aeronave em estudo (primeira com a metodologia). Com os recursos referidos e a aplicação da metodologia conseguiram-se as seguintes vantagens ou resultados:

- Redução do stock de material e consequentemente redução da área respeitante ao armazenamento de material em 2/3, ou seja, 66%;
- O *Lead Time* foi reduzido em 58%;
- A satisfação dos participantes, conforme as entrevistas, assim como do cliente, que no entender do autor se pode considerar a Esquadra de Voo, representada pelo seu comandante¹⁸, (ANEXO C) também sofreu um grande acréscimo;
- Se considerarmos que, o facto da aeronave ter completado o voo de ensaio à primeira tentativa, sem anomalias, é por si só um indicador de qualidade, esta também aumentou;
- Pelas entrevistas efectuadas ao pessoal participante no processo de modificação, também se percebeu uma maior motivação, que advém da maior descentralização e do seu envolvimento inicial.

Face aos escassos recursos usados e aos resultados obtidos, pode-se afirmar que a hipótese colocada se encontra testada e validada neste caso específico, ou seja, a metodologia *Lean*, no caso da Doca 4, melhora a eficiência da manutenção programada.

Para a implementação da metodologia na EMMEE (área de matrizes e painéis), como explicitado no último capítulo, o investimento em recursos foi maior que na Doca 4:

¹⁸ TCor PILAVPereira

houve aumento da área de trabalho (contrariamente ao preconizado pela metodologia), a criação de mais duas bancadas de trabalho, a aquisição de cinco Kit's de ferramenta, o reforço de pessoal e reforço no stock de órgãos críticos. Com a implementação da metodologia, segundo o comandante da EMMEE, obteve-se os seguintes ganhos ou resultados:

- Maior envolvimento do pessoal;
- Maior satisfação devido à melhoria das condições de trabalho (espaço);
- O Lead Time foi reduzido em 65%;
- A capacidade de resposta passou de três para seis conjuntos de painéis ao ano (duplicou).

Face ao exposto e baseado na sua experiência profissional, o autor afirma que não se poderão imputar, apenas à metodologia, os resultados obtidos. Uma grande fatia caberá certamente ao investimento feito nos recursos. Também não tem dúvidas que a metodologia melhora a eficiência, nomeadamente a definição do mapa de sequência, o pacote de trabalhos diário por área e a conseqüente remoção de desperdícios evidenciada no quadro anterior.

Também é importante referir que esta área, segundo o seu comandante, não era uma área crítica, contrariamente à Doca 4, porque produzia o que era necessário (o que o cliente exigia) e esta necessidade de maior produção decorreu do aumento de produção de aeronaves na Doca 3.

Assim, não sendo possível quantificar, poder-se-á dizer que, embora em menor escala, também neste caso a hipótese se considera testada e validada.

A interpretação da seguinte hipótese remete-nos para as áreas críticas da manutenção, numa implementação *Lean*.

- **A aplicação da metodologia *Lean* é vantajosa nas áreas críticas da manutenção.**

Vimos que a Doca 4 é considerada uma área crítica (não atinge os objectivos – recorda-se o atraso do programa MLU). Conseqüentemente, tinha mais desperdícios, mais problemas, e por isso, provavelmente, revelou níveis mais altos de eficiência com a implementação do que a EMMEE.

No capítulo 1, sub-secção 5, um dos cuidados a considerar numa implementação *Lean* é a escolha correcta das fases de implementação, onde é referida a necessidade de

retorno rápido, de modo a incentivar as pessoas. Outro cuidado (sub-secção10) menciona que, a existência de problemas é fundamental para haver melhoria.

Logo, a última hipótese considera-se também testada e validada, pois será sempre vantajoso seleccionar áreas críticas para iniciar um processo de implementação, porque potencialmente possibilitam melhores resultados, logo maior impacto nas pessoas, o que beneficiará as futuras implementações *Lean*.

– **A que níveis de manutenção, “O” e “T” a metodologia *Lean* pode ser aplicada?**

Associada à pergunta principal tínhamos esta questão derivada que também já foi respondida na exploração da Doca 4 e EMMEE. Clarificando, a metodologia pode ser aplicada a qualquer nível de manutenção, “T” ou “O”, havendo no entanto, vantagens indiscutíveis com a selecção de áreas críticas para iniciar o processo.

Testadas e validadas as hipóteses, tendo-se respondido à questão derivada, a questão de partida que orientou o trabalho, **“Em que medida a metodologia *Lean* pode ser estendida à manutenção de todos os sistemas de armas da FAP?”**, também se encontra respondida. Explicitando, pelos resultados obtidos, pelo que está vertido na resenha histórica, ANEXO B (“...tendo já ultrapassado as fronteiras da fabricação para os serviços, a logística, a distribuição, a saúde, a construção civil, a gestão, etc.”) e de acordo também com o TCor Salvada, aquando da sua entrevista, “as técnicas *Lean* são aplicáveis a qualquer processo”, a metodologia pode ser estendida à manutenção programada de todos os sistemas de armas da FAP. No entanto, aquando da sua aplicação, deve haver o cuidado de se atender à especificidade dos Sistema de Armas e organização em questão.

Conclusões

A “arte” e técnica de conseguir aeronaves prontas para voo, revela-se cada vez mais difícil, não só pela maior complexidade dos sistemas de armas, mas também porque, em oposição, a conjuntura actual é de redução contínua de recursos humanos e materiais.

Assim, é irreversível que para fazer face a esta situação, a FAP tem que empreender uma procura contínua em busca de melhores sistemas de gestão e melhores técnicas para aplicação na manutenção de aeronaves, de modo a conseguir melhorar a sua eficiência, caso contrário, poderá comprometer a razão da sua existência. É neste contexto, que surge o tema do presente trabalho: “optimização dos recursos humanos e materiais recorrendo à metodologia *lean*”. A seguir, uma citação sobre a metodologia ilustrando a sua importância:

“...metade do esforço dos operários em fábrica, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planeamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também menos de metade dos stocks actuais de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.”

Womack; Jones e Roos

O conceito *Lean* tem duas grandes vertentes: **continuamente eliminar desperdício** e **continuamente adicionar valor (melhoria contínua)**. Para atingir esta finalidade, a metodologia baseia-se em **cinco princípios** fundamentais:

- *Valor*, o produto final deve ser exactamente aquilo que os clientes esperam;
- *Fluxo de valor*, gestão do fluxo físico de pessoas, equipamentos e materiais;
- *Fluxo contínuo*, eliminação de tempos mortos no processo;
- *Puxar*, produzir apenas aquilo que é preciso quando for necessário;
- *Perfeição*, conceito de zero defeitos e melhoria continua.

Para além destes princípios, existem algumas **ferramentas** que ajudam na remoção dos desperdícios e consequentemente no culminar do objectivo da metodologia. Pela sua importância, abordámos as mais simples de usar e normalmente mais eficazes.

Já foi referido que, uma das vertentes do conceito *Lean* assenta na remoção do **desperdício (Waste)**. Segundo um estudo levado a cabo pelo *Lean Enterprise Institute*, a duzentas empresas, os desperdícios consomem cerca de noventa e cinco por cento (95%) do tempo total de execução, de um processo produtivo clássico. Sendo trinta e cinco por cento (35%) atribuído a tarefas necessárias, mas que não adicionam valor e os **restantes sessenta por cento (60%), puro desperdício**. Os oito desperdícios correntes numa

organização são: *defeitos; excesso de produção; tempos de espera (ócio); talentos humanos/recursos não usados; transporte; inventário; movimentação desnecessária e extra Processamento (redundâncias).*

José Roberto Ferro, presidente do *Lean Institute* Brasil e alguns organismos especialistas na metodologia, deixam um alerta para as dificuldades existentes nas implementações *Lean*, havendo mesmo alguns factores a considerar nestes processos ou, caso contrário, poder-se-á conhecer o insucesso. As empresas, também não devem criar, inicialmente, expectativas demasiado altas, uma vez que, se essas metas não forem atingidas, as pessoas perdem a motivação, podendo comprometer o processo. A *Comunidade Lean Thinking* diz ainda que, devido à resistência de mudança das pessoas e ao período normal de adaptação, a etapa inicial da implementação é a mais crítica, sendo normal haver perdas.

Após a investigação da doutrina da metodologia *Lean*, propriamente dita, o autor debruçou-se sobre a implementação desta metodologia, na manutenção do F-16, na BA5, em dois níveis distintos de manutenção, “O” (DOCA 4) e “I” (EMMEE). Por serem os primeiros casos práticos na FAP, complementados com a metodologia estudada, constituem-se de primordial importância para testar as hipóteses formuladas pelo autor e responder à pergunta de partida.

No caso da Doca 4, uma equipa da USAF, especialista na metodologia (Sensei), deu formação *Lean* ao pessoal, incluindo chefias e dirigiu a implementação. Constatou-se que, de uma forma geral, seguiu a doutrina, aplicando os **cinco princípios *Lean***, complementou com as ferramentas mais usadas e que dão resultados mais rapidamente, como o *Takt Time*, os *6 S* e a *Gestão Visual*.

Quanto à EMMEE, para adquirir formação *Lean* e outra específica relativa aos painéis e matrizes, deslocou um mecânico a *Ogden ALC*, (USAF), onde se executa o mesmo trabalho. Após esta formação de uma semana, juntamente com os conhecimentos adquiridos na Doca 4, foi possível implementar a metodologia nesta área.

Os desperdícios mais significativos, encontrados durante a implementação nestas duas áreas foram: tempos de espera dos mecânicos a aguardar a chegada dos equipamentos, material em excesso no armazém, movimentação desnecessária dos mecânicos na procura de material, defeitos oriundos da Doca 3 (sistemas só testados na Doca 4) e extra processamento, nomeadamente o preenchimento de dois sistemas de informação, SIAGFA (FAP) e MIPS (OGMA).

Na tabela 3 faz-se uma relação entre: vantagens preconizadas pela *MEP* e *Comunidade Lean Thinking (CLT)*, versus as atingidas na Doca 4 (O) e EMMEE (I)

Tabela 3

	MEP e CLT	Doca 4	EMMEE
Lead Time	70 a 90%	58%	65%
Redução dos “Stocks”	Até 80%	66% (área), o stock, segundo o chefe, terá sido superior	Não foi significativo
Satisfação dos clientes	+ 80 a 90%	Sim *	Sim *
Qualidade	+ 80%	Sim *	Ligeira melhoria
Envolvimento, dos participantes	Maior	Maior *	Maior *
Áreas de trabalho	Redução de 40 a 75%	Manteve-se	Triplicou
Capacidade de resposta	Aumentou	Aumentou *	Aumentou *

* Por serem respeitantes à 1ª aeronave, ainda não é possível quantificar

Outros resultados relevantes, obtidos das entrevistas efectuadas na BA5, em ambas as áreas, níveis “O” (Doca 4) e “I” (EMMEE):

- Satisfação geral com a metodologia;
- Ao nível da chefia, grande facilidade no controlo e menor preocupação com a gestão do pessoal (maior descentralização);
- Ao nível do planeamento, existência de maior cooperação e participação no processo;
- Ao nível da execução, conhecimento exacto do que fazer e o que têm que fazer a seguir (gerem o seu próprio tempo), maior comunicação e transparência.
- Melhoria da qualidade do trabalho.

Relativamente aos resultados obtidos na BA5, sendo a eficiência uma relação entre os recursos empregues e os resultados obtidos, salienta-se o grande investimento em recursos na EMMEE, que minimizaram a eficiência ganha nesta área e que à primeira vista poderia parecer excelente. De facto, uma grande percentagem da redução do *Lead Time* obtida, foi imputada ao investimento efectuado em recursos para esta área. Já na Doca 4, os recursos empenhados, com a implementação *Lean*, foram mínimos, ou seja, os bons resultados obtidos foram imputados à metodologia. Face aos resultados obtidos, embora com valores inferiores na EMMEE, o autor considerou a seguinte hipótese testada e validada. **A implementação da metodologia *Lean* na manutenção programada em geral, pode melhorar a sua eficiência.**

Na doutrina *Lean* aconselha-se a escolha correcta das fases de implementação, onde é referida a necessidade de retorno rápido, para criar impacto e incentivar as pessoas. Confirmou-se ainda que a Doca 4 – área crítica – tinha mais desperdícios para remover, mais problemas, por isso, provavelmente revelou níveis mais altos de eficiência (maior retorno) com a implementação.

Assim, considerou-se testada e validada a última hipótese, pois será sempre vantajoso seleccionar áreas críticas para avançar, porque potencialmente possibilitam melhores resultados, logo maior impacto nas pessoas, o que beneficiará as futuras implementações: - **A aplicação da metodologia *Lean* é vantajosa nas áreas críticas da manutenção.**

Com a aplicação da metodologia na EMMEE (I) e Doca 4 (O), também se confirmou que a metodologia pode ser aplicada a qualquer nível de manutenção, havendo que ter apenas atenção ao facto de ser considerada área crítica ou não, respondendo-se assim à questão derivada. **A que níveis de manutenção, “O” e “T” a metodologia *Lean* pode ser aplicada?**

Por fim, a questão de partida que orientou o trabalho, **“Em que medida a metodologia *Lean* pode ser estendida à manutenção dos sistemas de armas?”**. Pelos resultados obtidos, pelo que está vertido na resenha histórica, ANEXO B, de acordo também com o TCor Salvada, aquando da sua entrevista, “as técnicas *Lean* são aplicáveis a qualquer processo”, também esta foi respondida, ou seja, a metodologia pode ser estendida à manutenção programada de todos os sistemas de armas da FAP. No entanto, realça-se o cuidado de se atender à especificidade dos Sistema de Armas e organização em questão, aquando da sua aplicação.

Face ao exposto, sugere-se um modelo conceptual para futuras implementações da metodologia, recordando-se, no entanto, que a equipa ou especialista *Lean* (*Sensei*) constitui um elemento importantíssimo do processo, devendo sempre acompanhar e ser ouvida(o) em qualquer implementação:

- Área crítica. A implementação *Lean*, deve ser iniciada sempre nas áreas mais críticas;
- Ferramentas *Lean*. Devem ser aplicadas as que possibilitam maior retorno inicial, para fomentar a motivação;
- Envolvimento das chefias. A implementação deve ser sempre determinada superiormente e as chefias devem acompanhar e apoiar todo o processo evolutivo, determinando correcções se necessário;

- Comunicação. Deve-se construir um grande consenso, divulgar o mais possível, envolver todos no processo de implementação;
- Persistência. A implementação *Lean* vai ter impacto directo nas pessoas e nas funções, logo vai alterar profundamente a cultura organizacional, causando desconforto. A implementação deve ser feita de repente para vencer a resistência inicial;
- Celebração do sucesso. Os sucessos devem ser reconhecidos e celebrados para motivar os intervenientes;
- Logística. A cadeia de abastecimento é importantíssima para se conseguir um bom desempenho, conceito JIT;
- Formação e treino. É essencial mas deve haver equilíbrio entre esta e a acção.

Na perspectiva da expansão da metodologia *Lean*, à manutenção programada dos sistemas de armas da FAP, consideram-se importantes as seguintes recomendações:

CLAFDA/DMA.

- A difusão de informação sobre a metodologia, aconselhando a sua aplicação;
- Realização de acções de sensibilização e formação nas BA;
- A criação ao nível da DMA, de uma equipa especialista na metodologia *Lean*, para acompanhar os processos de implementação nas Bases Aéreas (BA).

CIFFA. Análise e viabilidade da implementação de blocos de formação sobre a metodologia, no CFMTFA e Academia da Força Aérea.

COFA/Bases Aéreas. Em coordenação com o CLAFDA/DMA, implementar a metodologia *Lean* na manutenção programada dos seus sistemas de armas.

Com a oportunidade de realização deste trabalho, julga-se ter contribuído para aumentar o conhecimento sobre a metodologia *Lean*, provou-se que melhora a eficiência da manutenção programada dos sistemas de armas, tornando-a num instrumento valioso de combate à conjuntura actual de escassez de recursos humanos e materiais, em suma, uma metodologia que deve ser aproveitada pela FAP.

BIBLIOGRAFIA

Livros:

- Quivy, Raymond e Campenhoudt, Luc V. (2005) Manual de Investigação em Ciências Sociais – Gradiva.
- Rother, Mike e Shook, John (2002) Value Stream Mapping Workshop – Lean Enterprise Institute.
- Womack, James P, Roos, Daniel e Jones, Daniel T. (1990) The Machine That Changed the World – New York: Free Press.
- Womack, James P. e Jones, Daniel T. (2003) *Lean Thinking* – New York: Free Press.

Documentos electrónicos:

- HUNTZINGER, Jim. As Raízes do Lean, [referência de 20 de Dezembro de 2007]. Disponível na Internet em: <www.lean.org.br/bases.php?interno=comunidade_artigos>

Sítios da Internet:

- <www.4ulr.com/> Acedido várias vezes em Janeiro de 2008.
- <www.assessoriacomercial.vilabol.uol.com.br/metodo.htm> Acedido em 09 de Janeiro de 2008.
- <www.cev.pt/servicos.htm> Acedido em 07 de Janeiro de 2008.
- <www.gemba.com/> Acedido em 04 de Janeiro de 2008.
- <www.georgegroup.com/> Acedido em 04 de Janeiro de 2008.
- <www.lean.org.br/> Acedido em 05 em Janeiro de 2008.
- <www.lean.org/>. Acedido em Dezembro de 2007e Março de 2008.
- <www.leanconstruction.org/> Acedido em 07 de Janeiro de 2008.
- <www.leanthinkingcommunity.org/inicio/inicio.htm> Acedido várias vezes em Janeiro de 2008.
- <www.leanuk.org/> Acedido várias vezes em Janeiro de 2008.
- <www.mep.org/> Acedido várias vezes em Janeiro de 2008.
- <www.polivet-itapetininga.vet.br/sistema5s.htm> Acedido em 04 de Janeiro de 2008.

Entrevistas:

- Tópicos de Entrevista: Em que consiste a metodologia “Lean”e para que serve. TCOR Salvada. CLAF/DMA, Alfragide, Lisboa, 10 de Dezembro de 2007.

- Tópicos de Entrevista: Implementação da Metodologia “Lean” na Doca 4. CAP Santos. BA5/Doca 4, Monte Real, 25 de Janeiro de 2008.
- Tópicos de Entrevista: Implementação da Metodologia “Lean na EMMEE. CAP Cordeiro. BA5/EMMEE, Monte Real, 25 de Janeiro de 2008.
- Tópicos de Entrevista: A Doca 2. TCOR Oliveira. BA5/EMA, Monte Real, 08 de Fevereiro de 2008.
- Tópicos de Entrevista: Como está a ser aceite e o que pensa da metodologia Lean. SAJU Pereira. BA5/Doca 4, 08 de Fevereiro de 2008.
- Tópicos de Entrevista: Problemas e vantagens da metodologia Lean na Doca 4. CAP Soares. BA5/Doca 4, Monte Real, 22 de Fevereiro de 2008.
- Tópicos de Entrevista: Resultados, aceitação e vantagens da metodologia “Lean na EMMEE. CAP Cordeiro. BA5/EMMEE, Monte Real, 22 de Fevereiro de 2008.
- Tópicos de Entrevista: Resultados obtidos com a Metodologia “Lean” na Doca 4. CAP Batalha. BA5/Doca 4, Monte Real, 07 de Março de 2008.
- Tópicos de Entrevista: O que pensa da Metodologia “Lean” na Doca 4, Vantagens e desvantagens. 1SAR Almeida. BA5/Doca 4, Monte Real, 07 de Março de 2008.
- Tópicos de Entrevista: O que pensa da Metodologia “Lean” na Doca 4, Vantagens e desvantagens. 1SAR Apolinário. BA5/Doca 4, Monte Real, 07 de Março de 2008.

ANEXO A – Glossário¹⁹:

Capacidade – Aquilo que o sistema é capaz de fazer.

Célula – É um grupo de processos concebido para produzir uma família de produtos.

Ciclo de Produção – Corresponde ao *Lead Time* (tempo) necessário para realizar um produto.

Gestão – É uma actividade dinâmica que envolve funções como o planeamento, a coordenação, monitorização e controlo de recursos.

Gestão Visual – Práticas de gestão desenvolvidas pela Toyota para facilitar a gestão de operações e apoiar pessoas e gestores na sua actividade.

Layout – Arranjo físico dos recursos num determinado espaço de trabalho.

Lean Thinking – Filosofia de gestão através da qual as organizações desenvolvem competências no sentido da gradual eliminação de desperdícios e criação de valor.

Manutenção – Actividades destinadas a manter em condições próprias de funcionamento os equipamentos, através de intervenções, reparação de avarias e substituição de peças.

Muda – Palavra de origem Japonesa que significa desperdício. Desperdício ou actividade que consome recursos e não acrescenta valor.

Qualidade – É a característica de um produto ou serviço que se manifesta pela sua adequação ao uso. É a conformidade entre os requisitos e os resultados.

¹⁹ Os conceitos aqui descritos foram adaptados e retirados da *Comunidade Lean Thinking*.

ANEXO B – Origens da metodologia *Lean*

As origens da metodologia *Lean*, segundo alguns estudiosos do tema, estarão associadas a Henry Ford, no ano de 1913. Este inventor, fundador da Ford Motor Company, foi o primeiro a integrar todo o processo produtivo, iniciando a montagem em série na fabricação automóvel, usando o fluxo de produção, como ele lhe chamou. Assim nasceu a primeira linha de montagem, na qual, Henry Ford fabricava um carro em 98 minutos, a um preço acessível, revolucionando o mercado automóvel.

O único problema com este sistema era a sua incapacidade para oferecer variedade. Recordar-se que o famoso Ford modelo T, manteve-se inalterado durante dezanove anos e sempre com a mesma cor, o preto, porque tinha o tempo de secagem mais curto.

Com o passar dos anos, o mercado começou a exigir maior variedade e conseqüentemente, modelos com ciclos de renovação mais curtos tendo a Ford entrado em declínio, por não estar preparada para esta exigência. Apareceram então outros construtores que responderam a essa necessidade, embora, inicialmente, com processos de fabricação mais longos. Estes foram-se otimizando, as técnicas empregues ganharam maior relevo, as fábricas encheram-se de grandes máquinas, com grande capacidade produtiva, que trabalhavam cada vez mais rápido e aparentemente conseguiam-se reduzir os custos.

Durante a Segunda Guerra Mundial, todos os recursos são escassos e assiste-se a um esforço no aumento da produção para suprir as necessidades naturais da máquina da guerra. Maior logística, maior número de processos, melhores sistemas de informação e aparece nos Estados Unidos da América (EUA) a Fabricação em Massa.

É neste contexto que surge, na Toyota, uma grande preocupação com os processos de fabrico, mais intensamente logo após a Segunda Grande Guerra. Sendo o Japão um dos países vencidos, no seu esforço de recuperação do Pós Guerra e compreendendo que não era possível competir com as empresas norte-americanas, usando o método de Produção em Massa, Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota e os seus precursores: Sakichi Toyoda, fundador do grupo Toyoda em 1902, o seu filho Kichiro Toyoda e Eiji Toyoda, partem do sistema de produção original

de Henry Ford. A partir daqui, desenvolveram uma série de inovações simples que culminaram num sistema de produção capaz de eliminar os desperdícios gerados nos processos de fabrico. Assim nasce o Toyota Production System (TPS) ou Pensamento *Lean*.

Este sistema é descrito pormenorizadamente no livro, a “Máquina que Mudou o Mundo” (The Machine That Changed The World) de Womack, Roos e Jones, publicado nos EUA em 1990, onde se utiliza pela primeira vez o termo *Lean*. Este sistema veio permitir ao mais baixo custo, um grande aumento de produtividade, de qualidade e variedade de produtos, tornando a Toyota num dos maiores fabricantes de automóveis do mundo. Este sucesso tem sido continuado, assumindo também a liderança na recente tecnologia híbrida, tornando-se num claro exemplo de força e eficiência da metodologia *Lean*.

Com o sucesso da Toyota, a metodologia ou pensamento *Lean* propagou-se a todos os países do mundo, tendo já ultrapassado as fronteiras da fabricação para os serviços, a logística, a distribuição, a saúde, a construção civil, a gestão, etc.

Para finalizar, um parágrafo do trabalho, “As Raízes do Lean”, de Jim Huntziger²⁰, que ilustra o seu pensamento sobre a evolução da metodologia *Lean*:

“Nós mostramos que essas técnicas de produção modernas são, na verdade, métodos de aproximadamente cem anos que evoluíram ao longo dos anos, mantendo seus objectivos intrínsecos inalterados. É irónico que embora os Estados Unidos tenham desenvolvido os métodos que formam muito da base do gerenciamento japonês e da filosofia *lean*, sua indústria venha se esforçando nos últimos vinte anos para implementar completamente essas filosofias nos sistemas actuais. O sucesso no futuro da indústria americana pode depender de nós se pudermos fazer o que nós temos feito”

Jim Huntzinger

Tradução: Odier T. S. de Araújo

²⁰ Engenheiro de produção, implementou o Lean na produção e práticas de negócio da Briggs & Stratton. Foi também consultor de *Lean* durante cinco anos e actualmente está à frente da prática de melhoria contínua na Flexware Innovation Indiana. Tem feito pesquisas profundas sobre a evolução da produção nos Estados Unidos com ênfase no *Lean*.

ANEXO C – Reconhecimento

From: CMDESQ301 [mailto:ba5.cmdesq301@emfa.pt]

Sent: Thursday, 06 March, 2008 17:42

To: Paulo Cabedal dos Santos; Pedro Salvada; Pedro Santos; Daniel Santos;
jose.morgado@ogd.peacefalcon.net; Doca4; Capt Carlos Batalha; Luis Miguel Mouta Meireles;
Hugo Santos; Ten. Campos

Subject: Re: DOCA 4 - 15122

Quero dar os parabéns a todos os envolvidos pela modificação porque foi o melhor avião (até agora) que saiu de DOCA 4. As avarias são insignificantes, mesmo comparando com as aeronaves quando saiem de inspecção de fase - BOM TRABALHO, é continuar...

TC Pereira

ANEXO D – Doca 4 - Antecedentes.

O programa de actualização/modernização da frota F-16 (MLU)²¹ a decorrer na Primeira e Segunda Esquadra, é composto por quatro fases, denominadas de Docas.

A primeira fase (Doca 1), no caso específico da Segunda Esquadra – aquisição negociada em 1996, ao abrigo do programa “Peace Atlantis II”, aos EUA - foi efectuada no depósito de aeronaves, AMARC²², pertencente ao Departamento da Defesa dos EUA, situado em *Tucson* no *Arizona*. Esta Doca consistiu na desmontagem, verificação, preparação e envio das aeronaves para Portugal.

A segunda fase (Doca 2), também no caso da Segunda Esquadra, foi efectuada em Portugal, na Base Aérea N°5 (BA5) e consistiu na avaliação da condição das fuselagens, no cumprimento de TCTO’s²³, na remoção de equipamentos para verificação, teste e envio para reparação, inspecção ou actualização, conforme decisão do Grupo de Trabalho do F-16 (GT F-16), situado na Direcção de Mecânica e Aeronáutica (DMA).

A Primeira Esquadra – entregue a Portugal em 1994, ao abrigo do programa “Peace Atlantis I” – iniciou também, em 2006, o programa MLU. As aeronaves têm feito a sua deslocação para as Oficinas Gerais de Material Aeronáutico S.A. (OGMA), para cumprimento da terceira fase (Doca 3). A movimentação tem sido feita a voar (com excepção da aeronave N/C 15101, desmontada na BA5), não carecendo neste caso de Doca 1 e Doca 2.

A Doca 3, encontra-se a decorrer nas OGMA, para ambas as esquadras e consiste essencialmente na instalação de tecnologia digital no “cockpit”²⁴, instalação e verificação de cablagens²⁵ e no reforço estrutural das aeronaves.

A Doca 4, nível “Organizational” (O)²⁶, está a ser efectuada pela BA5 e consiste na montagem das superfícies de voo, cadeira de ejeção, canopy²⁷, canhão, medição de continuidades, execução de testes finais a todos os sistemas e

²¹ “Mid Life Update”

²² “Aerospace Maintenance and Regeneration Center”

²³ Ordens Técnicas de Cumprimento.

²⁴ Cabine.

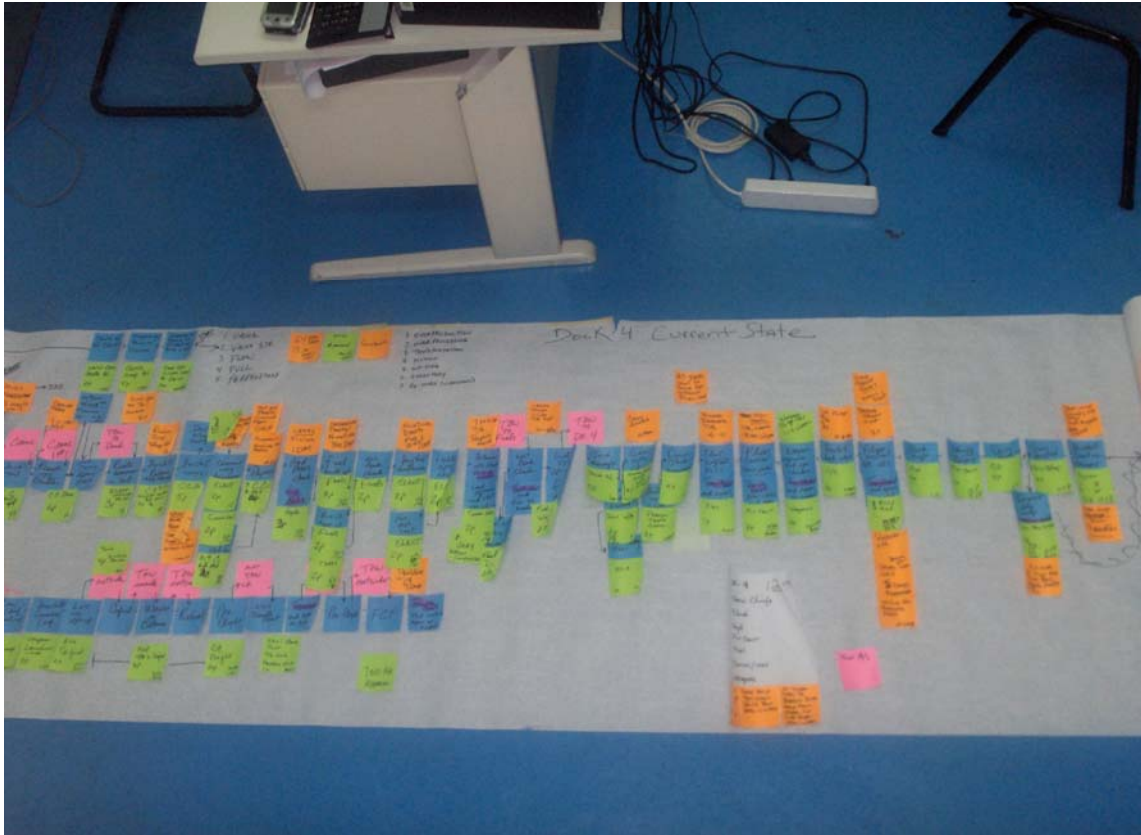
²⁵ Fios eléctricos.

²⁶ Nível de manutenção, onde, exclusivamente, se desenvolvem trabalhos na aeronave.

²⁷ Transparência.

preparação para o voo de ensaio às aeronaves, salientando apenas os trabalhos de maior relevo.

ANEXO E – Representação do Fluxo de Produção da Doca 4 (Current State)



Legenda de cores:

- Azul corresponde a **tarefas**;
- Verde corresponde ao **nº de homens x tempo atribuído à tarefa + área específica**;
- Laranja corresponde aos **constrangimentos**;
- Rosa corresponde a **movimentações**, por exemplo, reboque da aeronave.

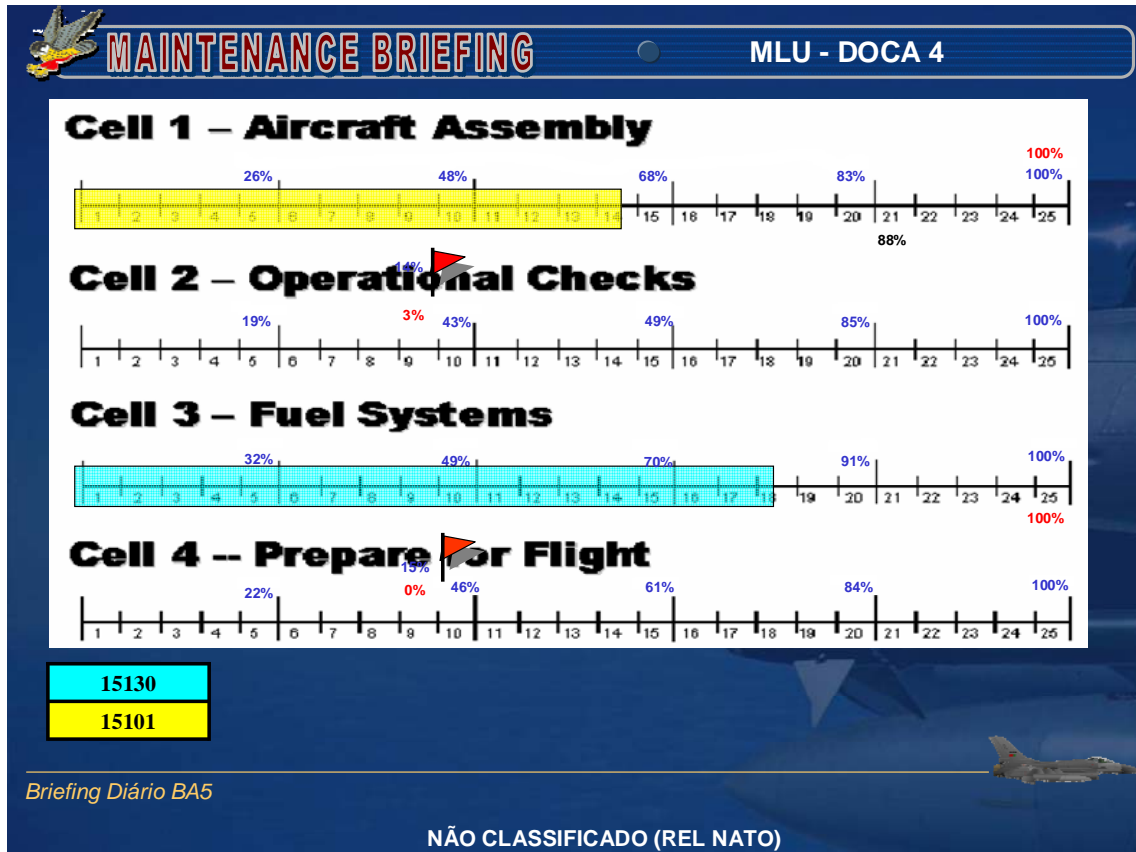
ANEXO F – Representação do Fluxo de Produção da Doca 4 (Future State)




Legenda de cores:

- Amarelo corresponde às **tarefas**;
- Azul corresponde **movimentações**;
- Rosa ao **nº de homens x tempo atribuído à tarefa + área específica**;

ANEXO G – Evolução dos Trabalhos




ANEXO H – Tarefas Diárias



MAINTENANCE BRIEFING

MLU - DOCA 4

<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">N/C 15130</p> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <p>Início Mod: 02 FEV 08</p> <p>Conclusão (Prev.): 20 ABR 08</p> </div>	TER 22	QUA 23	QUI 24	SEX 25	SEG 28
		-ENGINE INST -JFS INST -ENGINE CHECKS -INSTALL PANELS -ENGINE CHECKS	-INSP FWD DORSAL & SKIN -INST PANELS	-FIRE CONTROL CHECKS -WEAPONS SYST INTEGRATED CHECKS	-OXYGEN SYS CHECKS -EPU OPCHECKS -ENGINE 1ST/2SD RUN
	TER 29	QUA 30	QUI 31	SEX 01	SEG 04
	-TAKE OFF&LANDING OPCHECKS	-CABINE PRESSURE CHECKS -WEIGHT & BALANCE -A/C SYMMETRY CHECKS	-OXYGEN SYS CHECKS -EPU OPCHECKS -ENGINE 1ST/2SD RUN	INSP HYD PUMPS AND LINES -REPLACE FUEL FILTER ELEMENTS - EGRESS FINAL INSP -PREFLIGHT INSP FOR TAXI CHECK	

Contingências:

FLAG LEGEND

	Ahead of schedule
	On Schedule
	5% - 10 % Behind Schedule
	> 10% Behind Schedule

Briefing Diário BA5

NÃO CLASSIFICADO (REL NATO)

ANEXO I – Mapa de Sequência

MANUTENÇÃO DE MATERIAL ELÉCTRICO E ELECTRÓNICO


2. SEQUÊNCIA DE TRABALHOS

DIAS TRABALHO		DIA#1	DIA#2	DIA#3	DIA#4	DIA#5	DIA#6	DIA#7	DIA#8	DIA#9	DIA#10	DIA#11	DIA#12
PRIORIDADE OGMA	P/N Final												
1	16E1015-837	MEC#1	MEC#1	MEC#1	INSPECT#1								
2	16E1015-839	MEC#2	INSPECT#1										
3	16E1156-149	MEC#3	MEC#3	MEC#3	INSPECT#2								
4	16E1156-173	MEC#4	MEC#4	MEC#4	INSPECT#2								
5	16E2544-879	MEC#5	MEC#5	MEC#5	INSPECT#1								
6	16E2543-825		MEC#2	INSPECT#2									
7	16E2552-707			MEC#2	MEC#2	MEC#2	INSPECT#1						
8	16E1039-495				MEC#3	MEC#3	MEC#3	MEC#3	MEC#3	MEC#3	INSPECT#2		
9	16E1395-561				MEC#1	INSPECT#2							
10	16E1367-369				MEC#4	MEC#4	MEC#4	MEC#4	MEC#4	MEC#4	MEC#4	MEC#4	INSPECT#1
11	16E1357-621					MEC#1	MEC#1	MEC#1	MEC#1	MEC#1	INSPECT#2		
12	16E1363-781				MEC#5	MEC#5	INSPECT#2						
13	16E1396-397	MEC#6	MEC#6	MEC#6	MEC#6	MEC#6	MEC#6	MEC#6	MEC#6	MEC#6	MEC#6	MEC#6	MEC#6
14	16E1372-451						MEC#2	MEC#2	MEC#2	INSPECT#1			
15	16F1625-731								MEC#2	INSPECT#1			
16	16E2507-865						MEC#5	MEC#5	MEC#5	INSPECT#1			

MODIFICAÇÃO DE PAINÉIS E MATRIZES PARA A CONFIGURAÇÃO F-16 MLU


Cada cor corresponde a um mecânico.

ANEXO J – Tarefas Diárias Nível I




MAINTENANCE BRIEFING

MATRIX - DOCA 3

<p style="font-size: 1.5em; font-weight: bold; margin: 0;">N/C 15129</p> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  </div> <p style="color: red; font-weight: bold; margin: 5px 0;">Início Modificação: 18 Out 07</p> <p style="margin: 0;">FIM: <i>Previsão</i> : 05 Dez 07</p>	05 NOV	06 NOV	07 NOV	08 NOV	09 NOV	
	-Dia 03 de 06 PANEL POWER CIRCUIT BREAKER; -Dia 02 de 05 PANEL,POWER- AC,FWD AREA. -Dia 11 de 23 MATRIX ASSY,RELAY- LANDING GEAR NO 1. -Dia 03 de 06 CONTROL ASSY,BATTERY- CHASSIS	Dia 04 de 06 PANEL POWER CIRCUIT BREAKER; - HARDWARE INSTALL - INSP RADOME -RADOME INSTALL	Dia 05 de 06 PANEL POWER CIRCUIT BREAKER;	Dia 06 de 06 PANEL POWER CIRCUIT BREAKER;		
	12 NOV	13 NOV	14 NOV	15 NOV	16 NOV	

Briefing Diário BA5



NÃO CLASSIFICADO (REL NATO)

FLAG LEGEND
Ahead of schedule
On Schedule
5% - 10 % Behind Schedule
> 10% Behind Schedule

ANEXO L – Evolução dos Trabalhos Nível I

