



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021

CLAUDIO UBIRAJARA **SALICIO**, Cap Esp Av

**Implementação da metodologia *lean manufacturing* na Subdivisão de Motores
do PAMASP**

Rio de Janeiro

2021

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021

CLAUDIO UBIRAJARA **SALICIO**, Cap Esp Av

**Implementação da metodologia *lean manufacturing* na Subdivisão de Motores
do PAMASP**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-Graduação em Gestão Pública com ênfase em Projetos e Processos.

Linha de Pesquisa: Administração Militar.

Orientador: Maj Int Raphael Coutinho Stauffer

CLAUDIO UBIRAJARA **SALICIO**, Cap Esp Av

Implementação da metodologia *lean manufacturing* na Subdivisão de Motores do PAMASP

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

Raphael Coutinho **Stauffer** Maj Int
EAOAR

Hélio **Gonçalves** Sousa Neto Maj Av
EAOAR

Rio de Janeiro
2021

RESUMO

Com a recente incorporação de novos encargos de manutenção pela Subdivisão de Motores do Parque de Material Aeronáutico de São Paulo, foi observada grande demanda de componentes de motores, cujas aquisições são demoradas e de custos elevados. Para dar suporte às ações de manutenção sem interrupções é necessária a utilização de ferramentas de gestão, com o objetivo de otimizar o emprego dos meios. O *Lean Manufacturing* tem sido utilizado nas atividades de manutenção aeronáutica e em outros setores da indústria, com excelentes resultados. Sendo assim, este ensaio defende a tese de que a implementação do *Lean Manufacturing* pela Subdivisão de Motores proporcionará a otimização de recursos nas atividades de manutenção. Para suportar essa tese, argumenta-se primeiramente que essa metodologia promove a eliminação de desperdícios, pois adota a produção puxada como modelo de produção, a qual induz à redução de estoques e de perdas por estocagens deficientes, além de diminuir a utilização e a demanda por materiais. Outra vantagem está na redução de desperdícios por meio da gestão de processos sistêmicos, uma vez que possibilita, através da integração do fluxo de trabalho, a otimização das atividades com foco nas necessidades dos operadores. Desta forma, a implementação do *Lean Manufacturing* estabelece um modelo de gestão para a manutenção aeronáutica na FAB e contribui para o alcance das metas através de processos enxutos e otimizados, proporcionando maior quantidade de aeronaves montadas e disponíveis para a realização das missões de treinamento de pilotos, de transporte e de apoio a localidades remotas.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. Manutenção de motores. Redução de desperdícios. Gestão de processos.

1 INTRODUÇÃO

Como parte do programa de reestruturação da logística na Força Aérea Brasileira (FAB) e conforme o PCA 11-71 (2014), com a desativação do Parque de Material Aeronáutico dos Afonsos (PAMAAF), o Comando da Aeronáutica (COMAER) decidiu transferir as oficinas dos motores PT6 para a Subdivisão de Motores do Parque de Material Aeronáutico de São Paulo (PAMASP).

A Subdivisão de Motores do PAMASP é responsável por realizar a manutenção em motores e componentes de diversas aeronaves da FAB. Para tanto, possui capacidade técnica para as atividades de manutenção e um banco de ensaios para assegurar que os motores serão disponibilizados aos operadores após serem aprovados conforme os requisitos de segurança previstos nos manuais técnicos.

Os motores PT6 equipam três grandes projetos da FAB, sendo as aeronaves C-95 Bandeirante, C-98 Caravan e T-27 Tucano. Tais projetos somam aproximadamente quarenta mil horas de voo por ano e demandam trabalhos de manutenção intensos e de alto custo.

Nesse contexto, de acordo com a PCA 11-1 (2019), os elevados valores das peças de reposição devem ser aprovados pelo Comando Geral de Apoio, o que contribui com a demora para a aquisição dos materiais para os reparos. Além disso, diante do recente cenário econômico com limitações orçamentárias, é fundamental a seleção de prioridades visando a maximizar os recursos disponíveis (BRASIL, 2020).

Desse modo, cabe à Subdivisão de Motores tornar mais eficiente o emprego dos recursos e reduzir o tempo necessário para o retorno do motor ou seu componente à operação, sendo essencial a aplicação de ferramentas adequadas na sua gestão. Nesse sentido, este ensaio defende a tese de que a implementação do *Lean Manufacturing* como ferramenta de gestão pela Subdivisão de Motores proporcionará a otimização de recursos nas atividades de manutenção.

Um dos benefícios da aplicação do *Lean Manufacturing* é a eliminação de desperdícios pela implementação da produção puxada, pois induz à redução de produtos estocados e, conseqüentemente, perdas por estocagens deficientes e por vencimentos, além de diminuir a utilização e a demanda por materiais.

Outra vantagem está na redução de desperdícios por meio da gestão por processos sistêmicos, uma vez que possibilita, através da integração do fluxo de trabalho, a otimização das atividades com foco nas necessidades dos operadores.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Otimização de recursos por meio da eliminação de desperdícios

De acordo com Godoy et al (2018), para que as empresas possam se tornar mais competitivas e melhorar suas metas é necessário que utilizem práticas de trabalho mais otimizadas, em todos os níveis. Nesse sentido, a implementação do *Lean Manufacturing*, também chamado de manufatura enxuta, atende a essas necessidades, uma vez que possui como foco a melhoria de processos e a eliminação de desperdícios.

Tal metodologia ganhou destaque na indústria automotiva na década de 1980, tendo sido constatado que sua utilização contribuiu para os ganhos de competitividade e de qualidade, por meio de mudanças nos procedimentos das atividades da manufatura (SILVA et al, 2011). Com aplicação em diversos setores, especialmente naqueles com processos de trabalhos repetitivos, a manufatura enxuta é também adequada na manutenção, reparo e revisão de aeronaves (RIBEIRO, 2011).

Segundo Ferreira (2011), os benefícios da aplicação do *Lean Manufacturing* nas atividades de manutenção aeronáutica foram evidenciados por meio de um estudo realizado pelo MIT em 1993 e na implementação da metodologia pela Força Aérea Portuguesa no programa de manutenção da aeronave F-16.

As atividades de manutenção em motores têm por finalidade eliminar algum defeito detectado durante a sua operação ou em uma inspeção de rotina. Entretanto, a manutenção também pode ser realizada para executar tarefas programadas. Nesse sentido, a manutenção programada é caracterizada pela repetibilidade e ocorre em intervalos preestabelecidos definidos pelo fabricante ou por publicações específicas do COMAER (BRASIL, 2017).

No modelo tradicional, atividades que são recorrentes possuem como base para o planejamento da produção quantidades em função de uma previsão de demanda. Trata-se da chamada produção empurrada, a qual consiste em disponibilizar os itens produzidos para o estoque, no aguardo de alguma solicitação, para então ser enviada para uso (AYRES, 2009).

De acordo com Peinado e Graeml (2007), o excesso de estoque é uma das características do método tradicional de produção, porém essa prática não é adequada para a otimização de recursos, uma vez que contribui para diversos tipos

de perdas, seja por estocagens deficientes, extrapolação da capacidade de estoque dos armazéns, ou desabastecimentos de insumos devido ao emprego de materiais desnecessários.

Tal ideia é ratificada pelos conceitos modernos de produção, segundo os quais o excesso de estoques é considerado o maior de todos os desperdícios do processo produtivo, tendo ainda como consequência a imobilização de recursos financeiros e o emprego de espaços desnecessários. Dessa forma, observa-se, no âmbito da logística, a crescente necessidade de eliminação dessa prática e de modernização dos processos envolvidos com a produção (OHNO, 1997 apud FARIA, VIEIRA, PERETTI, 2012).

O *Lean Manufacturing*, por seu turno, adota o sistema de produção puxado – também chamado de *just-in-time* –, como metodologia de trabalho, que é apropriado para tarefas que são realizadas por demanda, pois agrega benefícios, como aumento de eficiência, redução da necessidade de espaços para trabalho e armazenagem, além da redução de custos para a aquisição de materiais. Dessa forma, o foco desse método de produção está principalmente no fluxo dos materiais, e não na maximização da capacidade de produção (GASTELUM, 2002).

Os serviços de manutenção de motores dependem de um planejamento eficiente para que as necessidades dos operadores possam ser atendidas no tempo oportuno. Diante dos desafios e das complexidades inerentes à aquisição de peças, cujos processos, além de demandarem um tempo excessivo, por vezes contam ainda com dificuldades de comunicação entre os operadores e as oficinas reparadoras, adota-se a produção empurrada como prática, visando à não ocorrência de discontinuidades no atendimento.

Em consequência, as solicitações de compras de materiais e os reparos de motores e componentes ocorrem de maneira superdimensionados, o que acarreta custos adicionais, além da necessidade de maior espaço físico para armazenagem, potencializando a possibilidade de perdas por vencimentos de itens e por estocagens inadequadas.

Como alternativa, a implementação do *just-in-time* possibilita que os recursos materiais sejam disponibilizados na quantidade e no tempo exatos, em função das necessidades. Assim, ao contrário do modelo tradicional, a otimização dos recursos se dará com a adoção da produção puxada, de modo que não permaneçam desnecessariamente em estoque peças ou produtos acabados.

2.2 Redução de desperdícios por meio da gestão de processos

Além das características e complexidades inerentes às atividades de manutenção aeronáutica, a transferência de novos encargos necessariamente define e incorpora novos processos. Visando a atender os requisitos da metodologia *Lean Manufacturing* de evitar perdas através da otimização dos recursos, é fundamental compreender que os processos devem ser bem claros, definidos e de amplo conhecimento para que, além de se evitarem perdas, os objetivos da organização sejam atingidos.

De acordo com Pergher, Rodrigues e Lacerda (2011), a falta de definição, ou a padronização deficiente dos processos acarretam a realização de atividades que geram custos desnecessários e não contribuem para o alcance das metas, bem como prejudica na identificação de falhas e, conseqüentemente, os produtos perdem qualidade. Desta forma, o planejamento e o acompanhamento das tarefas da manutenção devem buscar continuamente a implementação de melhorias nos processos, para que sejam otimizados.

Para isso, as pessoas envolvidas nas atividades devem compreender os conceitos de processos e de mapeamento de processos. Assim, pode-se afirmar que processos são conjuntos de rotinas de trabalho que possuem início e fim, além de entradas e saídas bem definidas e são focadas no desenvolvimento das atividades.

O detalhamento do fluxo de trabalho, ou seqüência das atividades, ocorre através do mapeamento dos processos em diferentes níveis e deve estar associado à constante análise crítica, com o objetivo de identificar oportunidades de aperfeiçoamentos (BRASIL, 2013).

Nesse sentido, de acordo com Souza (2014), o mapeamento dos processos deve ser realizado para permitir que toda a seqüência de trabalho seja mais organizada e otimizada, uma vez que identifica as etapas da produção e define quem são os responsáveis na execução das tarefas. Essa prática também possibilita a identificação e a eliminação de atividades que não agregam resultados ao produto.

Sendo assim, o mapeamento dos processos é uma etapa necessária para a definição das atividades. Contudo, de acordo com Silva et al (2011), a gestão de processos sob a ótica do *Lean Manufacturing* deve ser vista de uma forma sistêmica, isto é, as análises e as definições das tarefas devem ser feitas tendo como base a totalidade do processo.

De acordo com Pavani Junior e Scucuglia (2010), o mapeamento dos processos através de uma perspectiva sistêmica é a ferramenta utilizada para analisar o fluxo completo de trabalho, o qual tem origem nas necessidades do cliente e se encerra após seu atendimento. Dessa forma, é possível avaliar as atividades onde ocorrem perdas de recursos e podem ser otimizadas, bem como ações de melhorias serem implementadas.

A partir da definição e da implementação dos processos é possível analisar se os resultados obtidos estão de acordo com as metas planejadas. Para isso, os processos devem possuir uma rotina de monitoramento através da coleta de dados que são utilizados para a elaboração de indicadores, os quais formam a base de informações para a tomada de decisões (OLIVEIRA, 2013).

Os processos elaborados com base na metodologia *Lean Manufacturing*, por sua vez, devem estar associados a indicadores de desempenho específicos, os quais integram grandes quantidades de informações de diversos setores. Isto facilita a análise dos resultados para que decisões sejam tomadas a partir da identificação de necessidades de melhorias (CARDOZA, CARPINETTI, 2005).

Para Cielusinsky et al (2020), algumas métricas são fundamentais para avaliar os objetivos propostos pela manufatura enxuta, sendo essencial a medição da redução dos níveis de estoques, a hora trabalhada dos funcionários por atividade, e o *Lead Time* de um item, o qual define o tempo do ciclo de produção, desde o pedido até a sua entrega. Entretanto, o *Lead Time* deve ser visto tanto do ponto de vista dos processos globais, quanto do ponto de vista do processo produtivo, a fim de identificar quais atividades devem ser melhoradas.

Portanto, a partir da definição dos processos sistêmicos e com a adoção de indicadores apropriados, é possível identificar as atividades que devem ser otimizadas. Cabe ressaltar que a eliminação de desperdícios nas atividades deve ser analisada através do cumprimento de metas, não sendo possível sua eliminação total, mas a redução a níveis aceitáveis.

Consequentemente, o mapeamento dos processos com foco nas atividades possibilita que todos os envolvidos tenham o conhecimento amplo e integrado da rotina na gestão da manutenção, o que é de fundamental importância para as organizações, uma vez que esses processos se referem à atividade fim, que é o suporte à atividade aérea.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma característica do modelo tradicional de produção desenvolvido na manutenção programada é o excesso de estoques de produtos acabados, o qual deve ser eliminado por ser considerado pela metodologia *Lean Manufacturing* um dos aspectos de maior desperdício do processo produtivo.

Tal metodologia propõe uma mudança no modelo de produção por meio da utilização do *just-in-time*, segundo o qual um determinado componente só pode ser trabalhado se houver uma necessidade informada, o que promove a redução de desperdícios através da eliminação de estoques desnecessários. Embora, por suas especificidades, se reconheça a dificuldade no setor público, sobretudo no setor militar, de utilização das ferramentas do *Lean Manufacturing*, principalmente o *just-in-time*, a filosofia *Lean* pode ser perfeitamente adaptável às características desses setores.

Outra característica do *Lean Manufacturing* está na otimização de recursos através do mapeamento e do gerenciamento de processos sistêmicos. A partir dessa perspectiva, as atividades são planejadas tendo como objetivo o atendimento às necessidades dos operadores.

Para isso, o aperfeiçoamento dos processos deve ser suportado pela definição e adoção de indicadores de qualidade específicos para a manufatura enxuta, os quais permitem medir e comparar os objetivos planejados com os executados, bem como possibilita o acompanhamento da rotina de trabalhos e suas necessidades de melhorias.

Dado o exposto, é possível ratificar a tese de que a implementação do *Lean Manufacturing* como ferramenta de gestão pela Subdivisão de Motores proporcionará a otimização de recursos nas atividades de manutenção.

Assim, a implementação do *Lean Manufacturing* no planejamento e execução das atividades de manutenção possibilita que os gestores da FAB melhorem seus processos e otimizem os recursos através da eliminação de desperdícios. Havendo, dessa forma, incremento na oferta de motores e, conseqüentemente, maior quantidade de aeronaves montadas e disponíveis para a realização de missões de treinamento de pilotos na Academia da Força Aérea, treinamento aos pilotos da aviação de transporte, além dos atendimentos a diversas missões de transporte de carga, bem como às de apoio a populações em localidades remotas.

REFERÊNCIAS

AYRES, A. P. S. **Gestão de Logística e Operações**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009. 316 p.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado Maior da Aeronáutica. Portaria EMAER Nº 999/GC3, de 30 de setembro de 2020. Aprova a reedição da Diretriz de Planejamento Institucional (DCA 11-118). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, n. 179, f.12624, 02 out 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando Geral de Apoio. Portaria COMGAP Nº 62/3EM, de 29 de outubro de 2014. Aprova a reedição do Plano Específico do COMGAP para a desativação do Parque de Material Aeronáutico dos Afonsos (PCA 11-71/2014). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, n. 207, f.9223, 03 nov 2014.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando Geral de Apoio. Portaria COMGAP Nº 11/PCPS, de 14 de novembro de 2019. Aprova a reedição do Plano Setorial do Comando-Geral de Apoio, para o período de 2020 a 2023 (PCA 11-1/2019). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, n. 215, f.17024, 26 nov 2019.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Material Aeronáutico e Bélico. Portaria DIRMAB Nº 78/PLON-2, de 05 de julho de 2017. Aprova a reedição do Manual que estabelece a doutrina, os processos e a documentação de manutenção (MCA 66-7). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 118, f.6842, 12 jul 2017.

BRASIL. Procuradoria Geral da República. Secretaria Jurídica e de Documentação. Manual de gestão por processos / Secretaria Jurídica e de Documentação / Escritório de Processos Organizacionais do MPF. - Brasília: MPF/PGR, 2013. 53p

CARDOZA, Edwin; CARPINETTI, Luiz. INDICADORES DE DESEMPENHO PARA O SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTO. **Revista Produção Online**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 75-88, 24 jun. 2005. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v5i2.338>. Acesso em 12/02/2021.

CIELUSINSKY, V. et al. Análise das principais métricas utilizadas por profissionais na avaliação da maturidade de projetos de lean. **Revista Produção Online**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 202-220, 16 mar. 2020. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v20i1.3470>. Acesso em: 12/02/2021.

FARIA, A. C., VIEIRA, V. S., PERETTI, L. C. Redução de custos sob a ótica da manufatura enxuta em empresa de autopeças. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 2, p. 186-208, 22 ago. 2012. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/s1808-04482012000200008>. Acesso em: 13 out. 2020.

FERREIRA, J. L. S. **Aplicação de Metodologias Lean em Aeronáutica**, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica) - Universidade da Beira Interior,

Portugal, 2011. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/3639>. Acesso em: 13 out. 2020.

GASTELUM, V. E. **Application of lean manufacturing technique for the design of the aircraft assembly line**, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Massachusetts Institute of Technology, MIT, 2002. Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/8478> Acesso em: 13 out 2020.

GODOY, L. et al. O impacto do lean manufacturing como fator de melhoria no desempenho produtivo. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**. v. 13, n. 2, p. 69-88, 1 jun. 2018. Fundação para o Desenvolvimento de Bauru. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v13i2.1844>. Acesso em 20/10/2020.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, Organização & Métodos: uma abordagem gerencial**. 16 ed. São Paulo: Atlas, 2013. 520 p.

PAVANI JUNIOR, O.; SCUCUGLIA, R. **Mapeamento e Gestão Por Processos – BPM**. M. Books, 2010. 376 p.

PEINADO, J., GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007. 750p.

PERGHER, I.; RODRIGUES, L.; LACERDA, D. Discussão teórica sobre o conceito de perdas do Sistema Toyota de Produção: inserindo a lógica do ganho da teoria das restrições. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 673-686, 2011. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x2011000400001>. Acesso em: 18/02/2021.

RIBEIRO, S. D. M. **Leanness na manutenção aeronáutica: o caso fap**, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Portugal, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.21/1130>. Acesso em: 13 out 2020.

SILVA, I. B., et al. Integrando a promoção das metodologias lean manufacturing e six sigma na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 4, p. 687-704, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x2011000400002>. Acesso em: 13 out 2020.

SOUZA, D. G. **Metodologia de mapeamento para gestão de processos**, 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/139426/000989851.pdf?sequence=1>. Acesso em: 23 out 2020.