



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2023

MARCOS VINÍCIUS SOARES DE **MEDEIROS**, Cap Av

A utilização do sistema Kanban no delineamento de tarefas em manutenções programadas múltiplas de 300 horas da aeronave F-5M

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2023

MARCOS VINÍCIUS SOARES DE **MEDEIROS**, Cap Av

A utilização do sistema Kanban no delineamento de tarefas em manutenções programadas múltiplas de 300 horas da aeronave F-5M

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Gestão Institucional
Orientador: Pedro Nolasco Duarte,
Maj Av

Rio de Janeiro

2023

MARCOS VINÍCIUS SOARES DE **MEDEIROS**, Cap Av

A utilização do sistema Kanban no delineamento de tarefas em manutenções programadas múltiplas de 300 horas da aeronave F-5M

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

Aprovado por:

Pedro **Nolasco** Duarte, Maj Av
EAOAR

Bruno **Bitencourt** Carvalho de Oliveira, Maj Int
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

RESUMO

As manutenções programadas múltiplas de 300 horas do F-5M são intervenções que geram longos períodos de indisponibilidade nas aeronaves e demandam alto envolvimento dos hangares localizados nas bases apoiadoras do projeto. Adicionalmente, os esquadrões de caça operadores do vetor também são afetados pela redução no número de aviões prontos para o cumprimento de suas missões atribuídas. Nesse contexto, a aplicação da metodologia do sistema Kanban no processo de delineamento e controle das tarefas das manutenções programadas múltiplas de 300 horas realizadas nas aeronaves F-5M estabelece um sequenciamento claro e estruturado de atividades. Ao utilizar o conceito de produção enxuta, o método promove a redução de desperdícios, estabelecendo um fluxo de ações que permite o emprego de mão de obra e de materiais nos momentos necessários e nas quantidades necessárias. Além disso, a sequência de tarefas a serem cumpridas torna-se clara e de fácil compreensão, permitindo fluidez nas etapas das inspeções e facilidade na aplicação de ajustes necessários, o que reduz os prazos de entrega das aeronaves para a linha de voo. Dessa forma, os benefícios da aplicação da metodologia Kanban nas inspeções de 300 horas resultarão em melhores índices de disponibilidade para o projeto F-5M. Isso proporcionará aos seus operadores um aumento na frequência de missões com o envolvimento de um maior número de aeronaves, permitindo melhor qualidade no desenvolvimento das habilidades de seus pilotos, bem como contribuirá para o processo de desenvolvimento das capacidades do F-39 Gripen em cenários de combate complexos, característicos do emprego do poder aéreo atualmente.

Palavras-chave: Manutenção programada. F-5M. Kanban. Delineamento. Disponibilidade.

1 INTRODUÇÃO

As aeronaves F-5M cumprem inspeções periódicas determinadas pelos manuais de seu fabricante e por publicações específicas do Comando da Aeronáutica. Nesse sentido, as intervenções de maior complexidade ocorrem a cada 300 horas de voo, exigindo a execução de uma grande quantidade de ações, as quais são estabelecidas pela Subdivisão de Engenharia do Parque de Material Aeronáutico de São Paulo (PAMA-SP) e envolvem a participação de todas as especialidades e oficinas que atuam nas diversas áreas integrantes do projeto.

Embora as tarefas estejam previstas nas ordens técnicas da aeronave, o processo de planejamento e delineamento das atividades é responsabilidade da equipe de manutenção designada, a qual utiliza somente as experiências pessoais de seus membros para estabelecer o sequenciamento do cumprimento das ações. (BRASIL, 2017).

Nesse contexto, o sistema Kanban é uma ferramenta utilizada em diversos ramos de cadeias produtivas com a finalidade de estabelecer ligações fluidas e de fácil compreensão através das etapas existentes, promovendo, entre outros benefícios, a economia de recursos e a redução nos tempos necessários para o desenvolvimento da produção (MONDEN, 2011).

Diante do exposto, defende-se que a aplicação da metodologia do sistema Kanban no processo de delineamento e controle das tarefas das manutenções programadas múltiplas de 300 horas realizadas nas aeronaves F-5M estabelece um sequenciamento claro e estruturado de atividades.

Através da análise das características e premissas balizadoras da metodologia Kanban, argumenta-se que o seu uso no delineamento das manutenções programadas proporciona uma redução no desperdício de mão de obra e de materiais utilizados no processo, por utilizar o conceito de produção enxuta em seus princípios.

O emprego do método também contribui para o estabelecimento de uma sequência de ações de fácil compreensão por parte de todos os envolvidos, auxiliando na identificação de possíveis gargalos, na realização de ajustes necessários e reduzindo os prazos para disponibilização das aeronaves aos seus operadores.

2 DESENVOLVIMENTO

A filosofia empregada no sistema Kanban surgiu em um cenário de esforços da empresa japonesa Toyota, que buscava aprimoramento em sua linha de produção de veículos, principalmente, em relação à redução de custos envolvidos com a fabricação de seus produtos (MONDEN, 2011).

De acordo com Moura (1999 apud TAGLIARI, 2002), a metodologia está inserida no contexto da vertente *just in time* (JIT) do processo produtivo, a qual, em linhas gerais, prega o uso de determinado item somente no momento necessário e na quantidade necessária.

Nesse sentido, o Kanban desempenha um importante papel como ferramenta de comunicação entre as estações de trabalho da cadeia de produção, interligando suas necessidades e permitindo uma visualização mais clara da sequência de tarefas, bem como das interdependências existentes (MOJARRO-MAGAÑA *et al.*, 2018).

2.1 Redução no desperdício de mão de obra e de materiais

As manutenções programadas múltiplas de 300 horas do F-5M são realizadas pelos Grupos Logísticos (GLOG) das bases aéreas que sediam os operadores da aeronave e estão inseridas no planejamento das diversas ações desenvolvidas pelo efetivo de militares integrantes de seus hangares de manutenção. Isso exige dos responsáveis pela coordenação desses locais uma divisão da mão de obra disponível, de acordo com as demandas de serviços existentes.

Com as recentes reduções de efetivo que vêm ocorrendo no âmbito geral da FAB, a disponibilidade de especialistas em manutenção de aeronaves também está sendo impactada em todos os GLOG, sendo necessário um emprego cada vez mais racional desse tipo de força de trabalho.

A aplicação da metodologia Kanban no delineamento de tarefas oferece ao responsável pelo controle das atividades uma visualização mais clara dos momentos para alocação de mão de obra e limita o trabalho em progresso às áreas que efetivamente estão em condições de sofrer algum tipo de intervenção (JUNIOR; GODINHO FILHO, 2010).

Uma distribuição mais acurada no tocante aos serviços a serem cumpridos nas aeronaves em inspeção reduz a existência de força de trabalho ociosa, aumentando a disponibilidade de mecânicos para as demais tarefas de manutenção. Isso permite à chefia e aos coordenadores de hangar uma maior flexibilidade na utilização de seu potencial de mão de obra disponível, contribuindo para um avanço mais constante das demais frentes de trabalho existentes.

Outra realidade vivenciada no sistema logístico da FAB é a inexistência de estoques confortáveis de itens e componentes aeronáuticos, fruto, em especial, de restrições orçamentárias experimentadas nos últimos anos. Diante desse cenário, o planejamento de consumo e utilização dos materiais desse tipo deve ser realizado de forma a possibilitar que suas aplicações ocorram em aeronaves que, efetivamente, estejam em estágios de montagem adequados para recebê-los.

A aplicação dos princípios do Kanban permite o emprego do conceito de sistema puxado (*pull system*) entre as áreas de atuação, significando que uma determinada peça ou equipamento somente segue em sua cadeia quando a próxima etapa do processo está pronta para o seu recebimento. Isso reduz os custos relacionados ao consumo inoportuno de itens e permite maior flexibilidade para reagir às mudanças de demandas (DULINA *et al.*, 2017).

Analisada no gerenciamento do fluxo de materiais na linha de produção das aeronaves F-5M em inspeção, essa característica evita alocações prematuras de materiais, permitindo seus empregos em aviões com condições mais propícias e oportunas de serem disponibilizados para a linha de voo.

Extrapolando um comportamento mais racional no uso de peças para o relacionamento logístico existente com o PAMA-SP, principal parque apoiador do projeto F-5M e, conseqüentemente, maior fornecedor interno de itens para as bases operadoras, a distribuição de materiais que possuam quantidades críticas é priorizada para os locais mais adequados, tornando os corredores logísticos entre as localidades apoiadas mais eficientes e permitindo aos órgãos superiores o estabelecimento de fluxos mais coerentes nos processos de aquisição e produção de novos componentes.

Dessa forma, ao estabelecer um fluxo de atividades estruturado no controle das tarefas das inspeções múltiplas de 300 horas do F-5M através da metodologia Kanban, a alocação dos recursos humanos e materiais disponíveis ocorre de forma adequada aos momentos da cadeia de produção. Como resultado, tem-se uma

redução de desperdícios desses insumos produtivos, permitindo utilizações mais oportunas às demandas existentes.

2.2 Redução nos prazos de entrega das aeronaves

A parada de um F-5M para execução de manutenções programadas múltiplas de 300 horas gera, naturalmente, um impacto direto na quantidade de aviões disponíveis para que seus operadores cumpram as missões de preparo e emprego que lhes são atribuídas. Nesse aspecto, o treinamento de exercícios que exigem maior disponibilidade de aeronaves é prejudicado, incluindo as operações conjuntas com outros vetores de caça, como o F-39 Gripen. Diante do exposto, é de fundamental importância que o cumprimento das tarefas referentes ao ciclo de inspeção ocorra através de um encadeamento de ações que propicie o retorno da aeronave ao voo no menor tempo possível.

A aplicação das premissas do sistema Kanban no processo de delineamento do fluxo de tarefas a serem cumpridas permite a construção de um planejamento de atividades de fácil visualização e entendimento por parte dos setores envolvidos na cadeia produtiva. Essa característica torna as coordenações entre as estações de trabalho mais fluidas e permite uma compreensão mais completa do plano geral em execução (TREGUBOV; LANE, 2015).

Tendo em vista a existência de oito diferentes especialidades de manutenção que possuem cartões durante as inspeções múltiplas de 300 horas do F-5M, que todas as áreas da aeronave sofrem algum tipo de atuação, e que, normalmente, mais de uma oficina precisa realizar intervenções em uma mesma região de determinado componente, a utilização da metodologia Kanban no estabelecimento de um planejamento que sintetize de forma clara as interdependências existentes entre os setores de atuação promove uma compreensão mais consciente das atividades em andamento. Sob esse aspecto, os atrasos por falta de coordenações efetivas entre os envolvidos são reduzidos.

Outro benefício decorrente do delineamento de ações balizado pelo Kanban, o qual fornece uma visualização clarificada sobre o fluxo de ações a serem desenvolvidas, é a possibilidade da identificação antecipada de pontos de entrave no sequenciamento estabelecido, bem como o emprego de ajustes necessários, de acordo com a ocorrência de eventos não previstos. Nesse aspecto, também há uma

redução na sobrecarga de direcionamentos por parte dos responsáveis pelo andamento do processo, pois a equipe designada possui uma maior maturidade em relação ao que deve ser executado (TREGUBOV; LANE, 2015).

O dinamismo presente nas atividades diárias dos hangares dos GLOG que dão suporte aos operadores do F-5M exige, muitas vezes, redirecionamentos na aplicação da força de trabalho dos mecânicos, bem como no emprego de determinados materiais. A vantagem em se ter um plano de ação que sinalize de forma clara os momentos de maior atenção nas inspeções de 300 horas e que, conseqüentemente, podem trazer prejuízos aos prazos inicialmente planejados, permite à chefia e aos encarregados de hangar análises mais simples sobre os ajustes necessários nas ações em curso e seus possíveis impactos.

A implementação do sistema Kanban cria para a equipe envolvida em um determinado projeto melhoria nas comunicações entre os envolvidos e na qualidade da produção, aumento da produtividade, redução de custos e facilidade para o planejamento das ações, tornando o fluxo de tarefas mais claro para todos (DULINA *et al.*, 2017).

De uma maneira mais direta, a redução do tempo médio utilizado entre o início de um trabalho, ou de um processo a ser executado, e o término de todas as operações necessárias para a sua conclusão é um dos objetivos primários que pode ser encontrado quando o estilo de aplicação dessa metodologia é analisado (FACCIO *et al.*, 2013).

Sendo assim, o emprego do sistema Kanban estabelece um sequenciamento de atividades estruturado e de fácil compreensão, que oferece maior fluidez na execução das tarefas das manutenções programadas múltiplas de 300 horas da aeronave F-5M. Além disso, o modelo oferece uma visualização clara dos pontos críticos do processo produtivo, facilitando a implementação de ajustes necessários. Como resultado desses benefícios, tem-se uma redução nos prazos de entrega das aeronaves em inspeção.

3 CONCLUSÃO

As manutenções programadas múltiplas de 300 horas das aeronaves F-5M são intervenções que provocam longos períodos de indisponibilidade nos aviões, impactando, diretamente, o cumprimento das missões atribuídas aos seus

operadores. Além disso, exigem uma demanda elevada de trabalho por parte dos GLOG de suas bases apoiadoras, estando inseridas dentro de um ambiente de diversas outras atividades desenvolvidas pelos hangares desses locais.

Observado dentro da filosofia *just in time* (JIT) e possuindo em seus princípios o conceito de produção enxuta, o delineamento e controle de ações através do sistema Kanban promove aos responsáveis pelas inspeções múltiplas de 300 horas do F-5M o emprego dos recursos de mão de obra e de materiais somente nos momentos e nas quantidades realmente necessárias. Isso reduz o desperdício desses meios em alocações inadequadas e inoportunas à cadeia de produção.

Com a aplicação das premissas presentes no método Kanban ao processo de planejamento das tarefas e cartões das inspeções múltiplas de 300 horas do F-5M, obtém-se uma clara compreensão do sequenciamento de atividades estabelecido. Essa vantagem promove maior fluidez ao desenvolvimento das ações, melhores condições para a identificação de pontos críticos e maior precisão nos ajustes realizados, resultando na redução dos prazos de entrega das aeronaves inspecionadas.

Diante do exposto, verifica-se que a aplicação da metodologia do sistema Kanban no processo de delineamento e controle das tarefas das manutenções programadas múltiplas de 300 horas realizadas nas aeronaves F-5M estabelece um sequenciamento claro e estruturado de atividades, reduzindo o desperdício na utilização de mão de obra e de materiais, e propiciando menores prazos de entrega dos aviões para a linha de voo.

Por fim, os benefícios da aplicação da metodologia Kanban nas inspeções de 300 horas resultarão em melhores índices de disponibilidade para o projeto F-5M. Isso proporcionará aos seus operadores um aumento na frequência de missões com o envolvimento de um maior número de aeronaves, permitindo melhor qualidade no desenvolvimento das habilidades de seus pilotos em cenários de combate complexos, que são característicos do emprego do poder aéreo nos conflitos atuais, mas que exigem elevado esforço logístico para ocorrerem. Esse fator também contribuirá no processo de desenvolvimento da doutrina do F-39 Gripen, pois permitirá treinamentos conjuntos com quantidades adequadas de vetores envolvidos, a fim de que os diversos sistemas e recursos da nova aeronave possam ser explorados em todas as suas capacidades.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Material Aeronáutico e Bélico. Portaria DIRMAB n° 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 do Sistema de Material da Aeronáutica (MCA 66-7). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 118, f. 6842, 12 jul. 2017.
- DULINA, Luboslav *et al.* Improvement of the production system. *In: Smart City 360°. The second EAI International Summit, Smart City 360°, Bratislava, Slovakia, November 22-24, 2016. Revised Selected Papers.* 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4108/eai.14-2-2017.152173>. Disponível em: <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.14-2-2017.152173>. Acesso em: 09 jun. 2023.
- FACCIO, Maurizio *et al.* Design and simulation of assembly line feeding systems in the automotive sector using supermarket, kanbans and tow trains: a general framework. **Journal of Management Control**, v. 24, p. 187-208, 2013. DOI: 10.1007/s00187-013-0175-1. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00187-013-0175-1>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- JUNIOR, Muris Lage; GODINHO FILHO, Moacir. Variations of the kanban system: Literature review and classification. **International Journal of Production Economics**, v. 125, n. 1, p. 13-21, 2010. DOI: 10.1016/j.ijpe.2010.01.009. Disponível em: <https://pdf.sciencedirectassets.com/271692/1-s2.0-S0925527310X00044/1-s2.0-S0925527310000198/main.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- MOJARRO-MAGAÑA, María *et al.* Impact of the Planning from the Kanban System on the Company's Operating Benefits. **Sustainability**, v. 10, n. 7, p. 2506, 2018. DOI: 10.3390/su10072506. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/7/2506>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- MONDEN, Yasuhiro. **Toyota production system: an integrated approach to just-in-time.** 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.
- TAGLIARI, Vanessa Angely. **Análise da utilização do sistema kanban:** multi estudos de casos em empresas da indústria automobilística da região de Curitiba. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção de Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82977>. Acesso em: 09 jun. 2023.
- TREGUBOV, Alexey; LANE, Jo Ann. Simulation of Kanban-based scheduling for systems of systems: initial results. **Procedia Computer Science**, v. 44, p. 224-233, 2015. DOI: 10.1016/j.procs.2015.03.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915002409>. Acesso em: 10 jun. 2023.