

Avaliação da aplicabilidade de gêmeo digital no acompanhamento dos indicadores de desempenho do suporte logístico integrado

Luciana Guaracy de Oliveira¹, Fernando Teixeira Mendes Abrahão¹

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos/SP - Brasil

Resumo — A literatura recente endossa o desenvolvimento e a aplicabilidade de gêmeos digitais no acompanhamento de desempenho do suporte logístico de sistemas complexos. Sabe-se que métricas tais quais disponibilidade são um grande desafio de gestão e que dependem de soluções integradas entre processos, pessoas e tecnologia para que atendam requisitos de forma satisfatória. Desse modo, esse artigo se propõe a fazer uma conceituação sobre gêmeos digitais e analisar sua aplicabilidade à luz da gestão de desempenho da disponibilidade. Para isso, foram entrevistados especialistas renomados com atuação acadêmica e de campo. Como conclusão se entende que a gestão da disponibilidade é complexa e que embora a utilização de gêmeos digitais seja uma ferramenta com alto potencial de contribuição, a gestão eficaz do suporte logístico integrado dependerá de vários outros fatores associados a pessoas e processos.

I. INTRODUÇÃO

O suporte logístico integrado (SLI) de uma aeronave é a gestão das atividades de suporte e dos elementos que as compõem durante todo o ciclo de vida, de forma que sejam entregues no tempo certo e com um bom custo benefício. No SLI, durante a fase de operação de uma aeronave, o acompanhamento das métricas de desempenho é o processo mais valioso, pois por meio dele é possível compreender como ela está se comportando e, conseqüentemente tomar decisões gerenciais com relação à frota.

A hipótese a ser explorada neste trabalho lida com o uso de uma plataforma digital inspirada no conceito de gêmeos digitais proporcionando o acompanhamento mais preciso e integrado das métricas de desempenho de uma frota, tanto de forma geral quanto de forma individualizada, por aeronave e até mesmo por componente. Portanto, esse artigo visa avaliar a aplicabilidade do uso de uma plataforma inspirada em gêmeo digital não só para o acompanhamento dos indicadores de desempenho no SLI, como para utilização dessa plataforma desde as fases iniciais do desenvolvimento de sistemas complexos para evitar problemas de suportabilidade.

II. REVISÃO DE LITERATURA

Um conceito muito importante é o do gêmeo digital. A primeira definição foi provavelmente estabelecida pela NASA, a qual foi readaptada: “Um gêmeo digital é uma simulação integrada, multi física, com multi escalas e probabilística de um veículo ou sistema que usa os melhores modelos físicos disponíveis, sensores atualizados, histórico de frota, entre outros para espelhar a vida de seu gêmeo correspondente.” [1].

Esse conceito prevê um sistema que une uma entidade física com sua gêmea digital, aproveitando os benefícios de ambos ambientes, o físico e o virtual, e os benefícios de um sistema como um todo [2]. A conexão contínua entre a entidade física e a virtual é o maior diferencial entre o gêmeo digital e a maioria das atividades de simulação e modelagem tradicionais, onde as análises são feitas off-line. O gêmeo digital é como uma contraparte digital do sistema ao longo de seu ciclo de vida. Na Fig. 1, pode-se encontrar as aplicações e benefícios do gêmeo digital nas diferentes fases do ciclo de vida do produto, adaptada de [3].

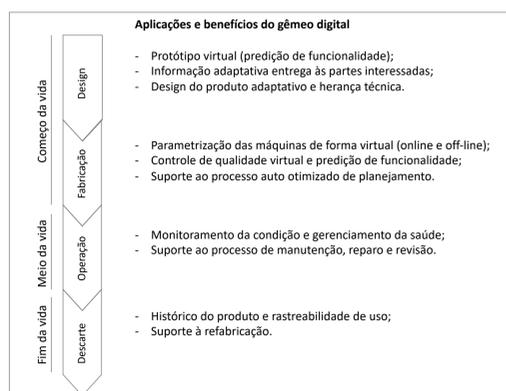


Fig. 1— Aplicações e benefícios do gêmeo digital nos diferentes estágios do ciclo de vida do produto, adaptada de [3].

III. METODOLOGIA

Como método, optou-se por entrevistas com especialistas que são um procedimento bastante utilizado nas pesquisas e uma discussão dos resultados embasada pela revisão da literatura. Como uma das principais métricas de suporte utilizadas, a disponibilidade dos sistemas complexos é a métrica escolhida para estudo e observação nesse trabalho. A disponibilidade é a medida do grau no qual um item está em um estado de operação e pode estar comprometido a começar uma missão quando a missão é requerida a qualquer momento [4]. Os entrevistados são profissionais renomados com atuação acadêmica e de campo e estão diretamente relacionados às funções de gerenciamento de diferentes frotas do setor de defesa brasileiro. Na Fig. 2, pode-se encontrar as perguntas feitas durante a entrevista e as respostas fornecidas pelos especialistas.

#	Pergunta	E1	E2	E3
Q1	Quanto tempo de serviço você possui na posição atual?	Entre 10 e 15 anos	Entre 15 e 20 anos	Entre 20 e 30 anos
Q2	Qual frota você é encarregado do gerenciamento?	Frota A	Frota B	Frota C
Q3	Você enfrenta problema com suportabilidade nessa frota?	Sim, muitos.	Sim, alguns.	Sim, existem muitos.
Q4	Poderia descrever o problema mencionado?	Sim. A frota A possui aeronaves com um componente chamado Powerpack, que não é possível reparar e não são encontrados no mercado, pois a linha produtiva está desativada. O prazo de entrega de um item novo é de 2 anos.	Sim. As aeronaves da frota B são destinadas a missões de transporte de tropas e cargas e é capaz de decolar e pousar em pistas curtas. No entanto, a pá de hélice da aeronave não cabe dentro dela, dessa forma quando há problemas com a pá de hélice em uma missão em pistas curtas, não há como transportá-la por aeronaves da frota B.	Sim. O carro de combate possui um problema que um dos requisitos é que o casco não tivesse porta para resistir a uma mina terrestre. Dessa forma, havia a dificuldade em abrir por baixo para troca de óleo, então o procedimento para troca de óleo era retirar o motor. Isso leva muito tempo, muita gente e muito ferramental.
Q5	Em uma escala de 1 a 5, o quanto esse problema afeta a disponibilidade da frota?	3	4	3

Fig. 2 – Perguntas e respostas da entrevista feita com especialistas.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os casos identificados pela entrevista com os especialistas são problemas reais de suportabilidade e que comprometem a disponibilidade dos sistemas complexos mencionados durante a fase de operação. Observando todo o ciclo de desenvolvimento de produtos/sistemas, buscou-se entender como a utilização de uma plataforma inspirada em gêmeo digital poderia evitar que esses problemas viessem a acontecer ou, se não fosse possível evitá-los, como poderiam ser melhor gerenciados. Para fazer tal comparação, utilizou-se como base a Fig. 1, a qual representa as aplicações e benefícios do gêmeo digital em diferentes estágios do ciclo de vida, adaptada de [3].

Dessa forma, durante a fase de design, o uso do gêmeo digital poderia ter um impacto no problema relatado pelo entrevistador dois e três, pois utiliza-se a combinação de várias representações digitais que fazem conexões com outros produtos, ferramentas, ambientes de operação e processos. Ao fazer a conexão com os processos de manutenção, pode-se identificar a necessidade do re-design da aeronave para o transporte da própria pá de hélice durante a missão, de forma rápida e segura, garantindo a disponibilidade necessária. A mesma situação ocorre com o carro de combate, ao fazer a conexão com os processos de manutenção, a atividade de troca de óleo chamaria a atenção pelo tempo, ferramental e número de pessoas necessárias para realização, indicando portanto uma modificação na fase de design para que o problema fosse corrigido.

Na fase de fabricação/produção, o gêmeo digital pode melhorar a qualidade do processo, mas com relação ao que foi apresentado pelos entrevistados, não há como prever como uma mudança durante a fabricação poderia surtir efeito nesses problemas de suportabilidade na fase operação.

Conforme a aplicação na fase de operação revisada na literatura, o uso de uma plataforma inspirada em gêmeo digital pode auxiliar nos problemas de suportabilidade apresentados pelos entrevistados um e dois. No primeiro caso, o gêmeo digital pode acompanhar a saúde da aeronave e seus respectivos componentes, dessa forma sabendo que o prazo para a entrega de um componente novo powerpack é de dois anos, a plataforma analisa o restante de vida e notifica com antecedência a necessidade de um novo componente. Com a chegada do powerpack novo próximo da data em que ele iria falhar, facilita a manutenção da aeronave e, com relação a esse problema de suportabilidade, pode-se dizer que a interferência na métrica de disponibilidade seria menor. No segundo caso, o gêmeo digital pode prever a necessidade da troca da pá de hélice da aeronave anteriormente à missão acionada devido ao monitoramento das falhas dos componentes, no entanto pode não conseguir identificar caso aconteça um incidente. No terceiro caso, o uso do gêmeo digital pode ser melhor aplicado na fase de design durante o ciclo de desenvolvimento do produto.

V. CONCLUSÕES

O estudo conduzido foi bem sucedido, tendo alcançado seu objetivo ao avaliar que a utilização de uma plataforma inspirada em gêmeo digital desde as primeiras fases de desenvolvimento do produto poderia ter evitado problemas de suportabilidade que afetam a disponibilidade de algumas frotas de sistemas complexos do setor de defesa. Para novos produtos a serem desenvolvidos, a aplicabilidade do gêmeo digital é recomendada desde a primeira fase do desenvolvimento para que possam atingir todos os requisitos de suportabilidade quando entrarem em serviço. No entanto, a gestão da disponibilidade é complexa e, embora a utilização de gêmeo digital seja uma ferramenta com alto potencial de contribuição, a gestão eficaz do suporte logístico integrado dependerá de vários outros fatores associados a pessoas e processos.

REFERÊNCIAS

- E. Glaessgen, D. Stargel. “The Digital Twin Paradigm for Future NASA and U.S. Air Force Vehicles”. Proceedings of the 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference, Honolulu, Hawaii; 2012:1818.
- D. Jones et. al. “Characterising the Digital Twin: A systematic literature review”. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, United Kingdom, v. 29, Part A, p. 36-52, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.02.002>>. Acesso em: 28/01/2021.
- B. Schleich et al. “Shifting value stream patterns along the product lifecycle with digital twins”. 7th CIRP Global Web Conference, v. 86, p. 3-11, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.049>>. Acesso em: 28/01/2021.
- AeroSpace and Defense Industries Association of Europe and Aerospace Industries Association, “SX000i – International guide for the use of the S-Series Integrated Logistics Support (ILS) Specifications”, 2016. Disponível em: <<http://www.sx000i.org>>. Acesso em 10/05/2021.