

AQUISIÇÃO DE SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE FROTAS COMPLEMENTARES AO SILOMS: lições aprendidas com o projeto F-39

SILOMS ANCILLARY FLEET MANAGEMENT SOFTWARE ACQUISITION: lessons learned from the F-39 project

Jéssica Tavares Heffernan¹
Rachel Andrade Ballardin²
Luciana Mesquita Monteiro³

RESUMO

Este trabalho aborda a integração entre sistemas de gerenciamento de frotas adquiridos pela Força Aérea Brasileira no âmbito de contratos de aquisição de novas aeronaves e o Sistema Integrado de Logística de Materiais e Serviços (SILOMS). Tal abordagem se faz necessária uma vez que o uso de sistemas não integrados resulta em perda de informações relevantes, redundâncias e inconsistências, impactando negativamente na gestão da cadeia logística. O objetivo do trabalho é analisar aspectos relevantes a serem observados em futuros processos de contratação de sistemas complementares de gerenciamento de frotas a fim de viabilizar a comunicação com o SILOMS, aumentar a qualidade dos dados e simplificar os processos de suporte logístico, sem gasto excessivo de recursos para desenvolvimento das interfaces entre os sistemas de TI. Este intento foi conseguido a partir de uma pesquisa bibliográfica e documental atrelada a um estudo de caso da solução adotada para transferência de dados entre o AMMS (*Aircraft Maintenance Management System*), sistema contratado para o projeto F-39, e o SILOMS. Como resultado, observa-se a importância de que conste como requisito contratual uma especificação clara e detalhada das interfaces de dados com o SILOMS, estabelecendo atributos de qualidade e restrições arquiteturais para a solução de integração, de forma a garantir o atendimento das necessidades do cliente no que tange ao suporte computacional das atividades logísticas ao longo do ciclo de vida das aeronaves. **Palavras-chave:** Sistema de gerenciamento de frotas. Aquisição. SILOMS.

ABSTRACT

This paper discusses the integration between fleet management systems acquired by the Brazilian Air Force under new aircraft acquisition contracts and the Materials and Services Integrated Logistics System (SILOMS). Such an approach is necessary since the use of non-integrated systems results in the loss of relevant information, redundancies and inconsistencies,

¹ Pós-graduanda em Logística Empresarial pelo Centro Universitário do Sul de Minas. Graduação em Engenharia da Computação pela Universidade Estadual de Campinas (2015). E-mail: jessicajth@fab.mil.br.

² Doutora em Educação pela Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP/2016. Mestre em Engenharia Civil na área de concentração: Infraestrutura e gerência viária com ênfase em transportes pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC/2009. E-mail: ballardinchel@gmail.com.

³ Mestre em Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos pelo *Air Force Institute of Technology*, Especialista em Logística pela Universidade Cruzeiro do Sul e Engenheira Aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. E-mail: lucianamesquitallmm@fab.mil.br.

negatively impacting the supply chain management. The objective of this work is to analyze relevant aspects to be observed in future ancillary fleet management systems acquisitions in order to enable communication with SILOMS, increase data quality and simplify logistics support processes, without excessive spending for the development of interfaces between IT systems. This goal was achieved through a bibliographic and documental research coupled with a case study of the solution adopted for the data transfer between AMMS (Aircraft Maintenance Management System), F-39 project acquired system, and SILOMS. As a result, it can be observed the importance of having as a contractual requirement a clear and detailed specification of the data interfaces with SILOMS, establishing quality attributes and architectural restrictions for the integration solution, in order to guarantee the fulfillment of the customer's needs regarding the computational support of the logistic activities throughout the aircraft life cycle.

Keywords: Fleet Management Software. Acquisition. SILOMS.

1 INTRODUÇÃO

O crescente avanço tecnológico dos sensores e sistemas embarcados das aeronaves disponibiliza um grande volume de dados técnicos para análises estatísticas. O maior volume de dados, aliado à aplicação dos conceitos de manutenção centrada em confiabilidade e técnicas do *Maintenance Steering Group-3* (MSG-3) para análise sistêmica de falhas, possibilita uma gestão mais eficiente da frota, porém requer que os softwares de gerenciamento de manutenção sejam capazes de coletar e processar tais dados. Neste contexto, é comum que as empresas fabricantes ofereçam como parte do contrato de suporte um ou mais sistemas computadorizados responsáveis por estas manipulações de dados.

O Sistema Integrado de Logística de Materiais e Serviços (SILOMS), sistema de gestão automatizada utilizado pela Força Aérea, foi desenvolvido para atender às regras de negócio específicas da Força Aérea Brasileira (FAB) e aos requisitos legais inerentes aos Órgãos Públicos. Além das funções logísticas de Suprimento, Manutenção e Transportes, contempla um Módulo Contábil, para gestão financeira e patrimonial, e disponibiliza Indicadores Logísticos para os níveis Operacional, Tático e Estratégico. Atualmente, no entanto, este sistema não é capaz de receber os dados fornecidos pelos sistemas embarcados das aeronaves.

Diante do cenário exposto, este trabalho aborda a integração entre sistemas de gerenciamento de frotas adquiridos pela FAB no âmbito de contratos de aquisição de novas aeronaves e o SILOMS.

Tal abordagem se faz necessária pois soluções de software já existentes passaram a ser contratadas para complemento das funcionalidades do SILOMS, porém o uso de sistemas não integrados ou a falha na definição dos requisitos de integração resulta em perda de informações relevantes, redundâncias e inconsistências, impactando negativamente na gestão da cadeia logística.

O objetivo do trabalho é analisar aspectos relevantes a serem observados em futuros processos de contratação de sistemas complementares de gerenciamento de frotas a fim de viabilizar a comunicação com o SILOMS, aumentar a qualidade dos dados e simplificar os processos de suporte logístico, sem gasto excessivo de recursos para desenvolvimento das interfaces entre os sistemas de TI.

É importante ressaltar a contribuição do trabalho para o Comando da Aeronáutica, uma vez que a clareza e assertividade na definição de requisitos de integração resulta na melhora da qualidade dos dados na Organização e, conseqüentemente, dos processos de suporte logístico neles

embasados, além de reduzir os custos associados ao desenvolvimento de interfaces entre os *softwares* utilizados.

Este intento foi conseguido a partir de uma pesquisa bibliográfica e documental atrelada a um estudo de caso da solução adotada para transferência de dados entre o AMMS (*Aircraft Maintenance Management System*), sistema de gerenciamento de manutenção contratado para o projeto F-39, e o SILOMS.

2 SISTEMAS INTEGRADOS

O crescente desenvolvimento tecnológico torna disponível um volume cada vez maior de dados relacionado às atividades logísticas e operacionais das frotas de aeronaves. Tais dados são provenientes de sistemas embarcados nos equipamentos ou sistemas informatizados utilizados por fornecedores e empresas contratadas para as atividades de transporte e manutenção. Neste cenário, se faz necessário que os sistemas de gerenciamento de frotas estejam integrados com os sistemas externos de forma a garantir um fluxo eficiente de informações e uma maior qualidade dos dados, trazendo benefícios para a cadeia logística. O próximo tópico abordará o conceito de Suporte Logístico Integrado, destacando os recursos computacionais envolvidos neste processo.

2.1 SUPORTE LOGÍSTICO INTEGRADO

É importante começar definindo Suporte Logístico Integrado (SLI) como um processo disciplinado de planejamento e implementação de apoio logístico para um novo equipamento ou sistema. Tal conceito, formalmente desenvolvido em meados da década de 1960 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD – *Department of Defense*) como uma evolução da logística no setor de defesa, atualmente é aplicado em entidades públicas e privadas globalmente (BABBITT, 1975).

Para Blanchard (1998, p.23, tradução nossa), o Suporte Logístico Integrado é, em sua conceituação original:

uma função gerencial que provê o planejamento inicial, financiamento e controles que ajudam a assegurar que o consumidor final (ou usuário) receberá um sistema que não apenas atenderá aos requisitos de desempenho, mas que possa ser suportado de forma rápida e econômica ao longo do seu ciclo de vida programado.

O mesmo autor ainda destaca que o conceito de SLI foi aprimorado nas décadas subsequentes à sua formulação sendo que, na década de 1990, evoluiu para:

uma abordagem disciplinada, unificada e iterativa para as atividades gerenciais e técnicas necessárias a: (1) integrar considerações de apoio ao projeto de sistemas e equipamentos; (2) desenvolver requisitos de apoio que estão relacionados consistentemente aos objetivos de prontidão, ao projeto, e entre eles; (3) adquirir o apoio requerido; e (4) prover o apoio requerido durante a fase operacional ao mínimo custo. (BLANCHARD, 2014, p.7, tradução nossa).

O conceito atualizado de SLI preconiza a execução do processo denominado Análise de Apoio Logístico (LSA – *Logistics Support Analysis*) desde o início do ciclo de vida, de forma a assegurar que as considerações de apoio influenciem o projeto de engenharia, determinem os requisitos logísticos para a vida do sistema e identifiquem os problemas de suporte e elementos formadores de custo o mais cedo possível (CARDIA JUNIOR, 2011).

Cortes (2020) enfatiza que a definição mais recente de SLI prevê a realização, já na fase de Operação e Manutenção (O&M), de um processo iterativo de otimização dos sistemas em função da coleta de dados reais de desempenho e apoio logístico para comparação com os requisitos originais e atualização de um banco de dados unificado. Neste contexto, merecem destaque os sistemas HUMS (*Health and Usage Monitoring System*), compostos por sensores distribuídos por toda a estrutura do produto e seus componentes com comunicação com um sistema central de registro e armazenamento de dados. A partir da obtenção de valores precisos de utilização, os dados de HUMS podem auxiliar no prognóstico e diagnóstico de falhas, monitoramento do produto, redução dos custos de manutenção, aumento da segurança operacional e identificação de requisitos logísticos (*AEROSPACE AND DEFENSE INDUSTRIES ASSOCIATION OF EUROPE* e *AEROSPACE INDUSTRIES ASSOCIATION OF AMERICA*, 2019). A combinação de tecnologias de monitoramento com a metodologia do MSG-3, utilizada para determinação das tarefas de manutenção programada e seus intervalos, permite a otimização do plano de manutenção a partir da experiência operacional acumulada, trazendo benefícios para o suporte logístico do sistema (EDWARDS *et al*, 2017).

Em seu estudo, Cortes (2020) verifica a consonância dos objetivos norteadores da adoção de uma gestão e planejamento estratégico baseados no SLI, bem como das definições, fases e elementos logísticos dos principais *frameworks* em uso internacionalmente. O autor aponta ainda a convergência dos *frameworks* para a Série S devido à padronização definida para os registros de dados, o que possibilita a utilização por diversos *hardware* e *software* de SLI disponíveis no mercado, o que é conhecido por interoperabilidade. A versão 3.0 das Normas da Série S altera a designação de SLI para Suporte Integrado ao Produto (SIP), que vem a ser o conjunto de funções de suporte requeridas para estabelecer e manter a capacidade operacional e prontidão dos meios (*DEFENSE ACQUISITION UNIVERSITY*, 2019).

Dada a importância dos sistemas informatizados no planejamento e acompanhamento do SLI/SIP, o tópico seguinte apresentará o SILOMS, sistema logístico utilizado na FAB.

2.2 SISTEMA INTEGRADO DE LOGÍSTICA DE MATERIAIS E SERVIÇOS (SILOMS)

O SILOMS é um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) de arquitetura modular orientada a serviços destinado a integrar a cadeia de suprimentos e apoiar a gerência de atividades de logística do COMAER. Atualmente, o sistema atende às funções logísticas de suprimento, manutenção, engenharia e transportes, bem como aos requisitos legais relacionados à escrituração contábil, controle patrimonial, gestão e execução financeira. Além disso, são disponibilizados Indicadores Logísticos que permitem o monitoramento constante da eficiência da administração e embasam a tomada de decisão (BRASIL, 2022).

No entanto, Feltran (2021) aponta que os processos e o conjunto de dados logísticos necessários ao gerenciamento das aeronaves no conceito de manutenção centrada em confiabilidade e na metodologia MSG-3 não estão totalmente suportados no SILOMS, concluindo acerca da necessidade de que este sistema trabalhe em conjunto com um software de gerenciamento de manutenção capaz de coletar e transformar dados operacionais e de manutenção gerados por sensores inteligentes disponíveis nas novas plataformas. O autor ainda afirma que o provimento de dados para análises estatísticas é essencial para uma gestão eficiente da frota, permitindo a evolução do suporte logístico para um modelo de manutenção preditiva.

Neste contexto, o próximo tópico abordará as diretrizes da TI no âmbito da FAB, as quais norteiam a elaboração de projetos para atendimento de determinada necessidade operacional.

2.3 SISTEMA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (STI)

O Plano Diretor de Tecnologia da Informação (PDTI) destaca:

São atividades inerentes ao STI as relacionadas com: a) provimento, de forma automatizada, das informações necessárias aos processos de decisão e controle, nos diferentes níveis hierárquicos do COMAER; b) aprimoramento dos processos e atividades que produzam informações de interesse para o COMAER; c) utilização de forma eficiente do conhecimento, dos recursos e dos meios existentes, buscando a melhor relação custo-benefício; d) promoção da integração de sistemas de informações, quanto à interoperabilidade e à complementaridade [...] (BRASIL, 2021, p. 18).

Ao analisar as possibilidades de melhoria para o STI, o item 4.3.1.6 do PCA 11-319 salienta a importância de ajustes gradativos para que a TI da FAB seja capaz de “realizar práticas de gestão de fornecedores, modelagem de aquisições e contratação de serviços de TI, para toda a FAB, de modo padronizado e enfatizando o melhor custo-benefício para a organização” (BRASIL, 2018b, p. 20).

Neste sentido, o próximo tópico descreve o processo de elaboração de requisitos em contratações de TI, segundo um conjunto de boas práticas estabelecidas globalmente.

2.4 REQUISITOS EM CONTRATAÇÕES DE TI

Segundo Sommerville (2011), a Especificação de Requisitos de Software documenta as necessidades, expectativas, restrições e interfaces acordadas com as partes interessadas ao final dos processos de levantamento, análise, validação e priorização de requisitos. O mesmo autor aponta que tal especificação é essencial quando feita a opção pela aquisição ou terceirização do desenvolvimento de software, devendo ser detalhada e precisa, de forma a evitar ambiguidades.

O CMMI-ACQ (*Capability Maturity Model Integration for Acquisition*) tem como objetivo fornecer orientações para aplicação das melhores práticas do CMMI, modelo de referência global para a melhoria dos processos da organização, nas atividades de aquisição de produtos e serviços. Segundo este modelo, a incapacidade de articular as necessidades do cliente, definições de requisitos insuficientes, procedimentos inadequados de seleção de tecnologia, falta de gestão da contratada e mudanças descontroladas de requisitos são fatores que contribuem para o fracasso do projeto (CARNEGIE MELLON UNIVERSITY, 2011).

O CMMI-ACQ descreve dois tipos de requisitos: requisitos do cliente e requisitos contratuais. Os requisitos contratuais surgem de restrições e fatores introduzidos pela análise dos requisitos de cliente em conjunto com o conceito operacional e capacidades do fornecedor. O mesmo modelo indica os seguintes passos para elaboração dos requisitos contratuais:

1. Especificar requisitos funcionais e atributos de qualidade necessários para a determinação de soluções alternativas e desenvolvimento do produto pelo fornecedor;
2. Especificar requisitos para as interfaces entre o produto adquirido e outros produtos no ambiente pretendido. Os requisitos para as interfaces de *software* são definidos em termos de origem, destino, estímulo e características de dados;
3. Estabelecer considerações de projeto e restrições necessárias às atividades do fornecedor, considerando os atributos de qualidade (segurança, manutenibilidade, confiabilidade, usabilidade) e desempenho técnico que são críticos para o sucesso do produto em seu ambiente operacional pretendido e impactam a determinação da arquitetura. Para atingir

altos níveis de reutilização e interoperabilidade, os compradores podem estabelecer restrições de projeto comuns para os produtos adquiridos;

4. Definir requisitos para verificação e validação do produto a ser desenvolvido;
5. Identificar requisitos relacionados ao suporte ao produto ao longo do ciclo de vida;
6. Estabelecer e manter uma priorização de requisitos contratuais a partir de uma combinação de fatores como desejos do cliente, custos, prazos e tempo para implementação.

De forma análoga à metodologia estabelecida no CMMI-ACQ, a NSCA 7-4 prevê a realização de especificações preliminares e básicas de requisitos operacionais, técnicos, logísticos e industriais, a partir da formalização de uma necessidade operacional. Os requisitos básicos devem ser elaborados na fase de definição, representando uma atualização dos requisitos preliminares, levantados na fase conceitual, à luz dos estudos e decisões tomadas na fase de viabilidade. A fase de viabilidade compreende “uma análise das diversas alternativas de realização, onde são considerados os aspectos políticos [...], técnicos, econômico-financeiros e de prazos, bem como os diversos riscos associados” (BRASIL, 2006, p. 28). Os Requisitos Básicos ou Especificações Detalhadas embasarão o processo licitatório e futuros requisitos contratuais, no caso de ser feita a opção por esta a estratégia após os estudos conduzidos na fase de viabilidade (BRASIL, 2006).

Considerando a necessidade de especificar as interfaces entre o sistema adquirido e os já existentes na organização, o tópico seguinte descreve estratégias para integração entre sistemas.

2.5. ESTRATÉGIAS DE INTEGRAÇÃO

A integração empresarial é a tarefa de fazer com que aplicações díspares, sejam elas desenvolvidas internamente, adquiridas de terceiros ou geridas por parceiros comerciais ou clientes, trabalhem coletivamente para produzir funcionalidades unificadas. Os principais fatores a serem considerados em um projeto de integração são (HOHPE e WOOLF, 2004):

- **Acoplamento:** aplicações integradas devem minimizar as dependências entre si para que cada uma possa evoluir de forma independente;
- **Intrusão:** ao integrar uma aplicação, deve-se reduzir tanto o número de alterações à aplicação quanto a quantidade de código de integração necessária;
- **Tecnologia:** diferentes técnicas de integração requerem quantidades variáveis de software e hardware especializado. Tais ferramentas podem ser custosas, levar à dependência de determinado fornecedor e aumentar a curva de aprendizado para os programadores. Por outro lado, a criação de uma solução de integração a partir do zero geralmente resulta em mais esforço do que inicialmente pretendido;
- **Formato dos dados:** aplicações integradas devem concordar sobre o formato dos dados que trocam ou, caso um formato unificado não seja viável, utilizar um *software* intermediário para as transformações;
- **Periodicidade de dados:** a integração deve minimizar o intervalo entre a disponibilidade de dados em uma aplicação e a obtenção dos dados por outras aplicações;
- **Dados ou funcionalidade:** muitas soluções de integração permitem que as aplicações compartilhem não só dados, mas também funcionalidades, proporcionando uma melhor abstração entre as aplicações;
- **Sincronicidade:** o processamento computacional é tipicamente sincronizado, ou seja, um processo espera enquanto o seu subprocesso é executado; porém, chamadas remotas são

mais lentas do que chamadas de funções locais, podendo ser utilizada uma comunicação assíncrona para permitir que a aplicação de origem continue com o seu processamento após invocar um subprocesso remoto;

- **Confiabilidade:** aliada à comunicação assíncrona, deve ser implementado uma política de nova tentativa para garantir que o procedimento remoto será executado mesmo se a aplicação remota não estiver funcionando ou a rede estiver temporariamente indisponível no momento da chamada do procedimento.

Diversas técnicas têm evoluído ao longo do tempo para superar os desafios de integração. Hohpe e Woolf (2004) resumem as várias abordagens em quatro estilos principais:

- a) Transferência de arquivos:** cada aplicação produz e consome arquivos contendo dados compartilhados. As aplicações devem concordar com as convenções de nomenclatura e em uma política para identificação e exclusão de arquivos não mais necessários. Uma vez que arquivos são um mecanismo de armazenamento universal, integrado em qualquer sistema operacional e linguagem, esta solução exige uma quantidade mínima de *hardware* e *software* especializado, fazendo uso do que a empresa já tem disponível. Além disso, diversos formatos de arquivo têm sido padronizados pela indústria, contando com uma vasta gama de bibliotecas para leitura, escrita e transformação. A desvantagem da transferência de arquivos é a latência para o compartilhamento de dados. Devido ao esforço necessário para produzir e processar cada arquivo, normalmente não é desejável que as transferências ocorram com muita frequência;
- b) Banco de dados compartilhado:** as aplicações armazenam os dados que desejam compartilhar em uma base de dados comum. Desta forma, o compartilhamento ocorre de forma consistente, responsiva e não há dissonância semântica. Uma das maiores dificuldades com este estilo é a criação de um esquema unificado que possa atender às necessidades de múltiplas aplicações, principalmente quando estão envolvidos *softwares* adquiridos ou contratados. Além disso, o uso de uma estrutura de dados ampla e sem encapsulamento dificulta a interceptação de alterações nos dados para acionar ações que precisam ser executadas em sequência a tais mudanças. A falta de encapsulamento também torna mais difícil a manutenção, uma vez que mudanças realizadas no banco de dados podem ter um efeito considerável nas demais aplicações;
- c) Chamada de procedimento remoto (RPC - *Remote Procedure Call*):** consiste em fazer com que cada aplicação exponha procedimentos para que possam ser invocados remotamente de forma a disparar ações ou intercambiar dados. Das diversas tecnologias que implementam RPC, merecem destaque os *webservices*, comumente utilizando os padrões SOAP (*Simple Object Access Protocol*) e REST (*Representational State Transfer*). O encapsulamento possibilita a disponibilização de interfaces em estilos distintos para os mesmos dados, além de facilitar o tratamento de dissonâncias semânticas. Porém, apesar do encapsulamento permitir que cada aplicação altere o formato de seus dados internos sem afetar todas as outras aplicações, o sequenciamento das chamadas remotas tende a tornar os sistemas acoplados entre si, dificultando a evolução de forma independente.
- d) Troca de mensagens:** cada aplicação se conecta a um sistema de mensagens comum, compartilhando dados e invocando rotinas por meio de pequenos pacotes de dados, enviados com frequência. As transferências devem ter um mecanismo de nova tentativa para garantir o seu sucesso e ser realizadas de maneira assíncrona para que o remetente não precise esperar, especialmente quando for necessária uma nova tentativa. As mensagens

podem ser transformadas em trânsito, separando as decisões de integração e o desenvolvimento das aplicações. Todavia, esta independência implica em uma maior complexidade para o desenvolvimento de integradores capazes de transformar as mensagens e lidar com a dissonância semântica. Além disso, a alta frequência de mensagens reduz os problemas de inconsistência, mas não os remove inteiramente uma vez que os sistemas não estão sendo atualizados simultaneamente.

3 MATERIAL E MÉTODO

Conforme salientou-se na introdução, pretende-se analisar os dados obtidos em pesquisa exploratória qualitativa acerca da integração entre sistemas de gerenciamento de frotas. Tal pesquisa foi realizada através de estudo de caso sobre a solução adotada para transferência de dados entre o *Aircraft Maintenance Management System* (AMMS), sistema de gerenciamento de frotas contratado pelo COMAER no escopo do Contrato nº 003/DCTA-COPAC/2014, e o SILOMS, programa de gestão automatizada utilizado no âmbito da FAB. O estudo de caso é utilizado para aprofundar o conhecimento sobre um assunto específico, oferecendo subsídios para novas investigações sobre o problema em tela (CRESWELL, 2010). A opção pelo caso do projeto F-39 deve-se ao fato de ser este o primeiro a contemplar este tipo de integração no escopo de implantação. Através do estudo de caso, uma pesquisa bibliográfica e documental foi utilizada como referência de boas práticas para os processos de levantamento de requisitos e especificação de interfaces entre sistemas de TI.

3.1 ESTUDO DE CASO: SOLUÇÃO DE TI PARA O PROJETO GRIPEN

A solução de TI oferecida pela SAAB para o projeto Gripen, denominada produto AMMS, é composta por três sistemas: ISG (*Information System Gripen*), MGSS (*Maintenance Ground Support System*) e AMMS (*Aircraft Maintenance Management System*). O ISG armazena os dados técnicos do projeto relacionados tanto à estrutura do produto, tais como fabricantes, *Part Numbers* (PN), configuração aprovada, programa de manutenção e instruções para isolamento de falha, quanto à estrutura de suporte à manutenção. O MGSS é o software que permite análise dos dados operacionais da aeronave e seus componentes a partir da leitura do DTU-GC (*Data Transfer Unit - Ground Crew*), unidade de armazenamento dos dados de utilização, parâmetros de operação, fadiga, e localização de falhas coletados via tecnologia embarcada durante o voo. O AMMS representa o sistema cuja função primária é garantir a aeronavegabilidade da plataforma por meio do controle de utilização, configuração real e estoques e do registro de tarefas de manutenção e dos materiais, ferramental e mão de obra utilizada ao longo das atividades de suporte. Este último sistema representa uma extensão da plataforma comercial *Maintenix*, a qual compreende processos e regras de negócio comuns às atividades de gerenciamento de frotas de aeronaves e da cadeia de suprimento, atendendo a companhias aéreas e empresas de aviação executiva. Além da customização de parâmetros da plataforma para atender às especificidades da aeronave Gripen, a extensão desenvolvida pela SAAB realiza a integração do núcleo *Maintenix* com o ISG e MGSS, por meio da importação de arquivos de dados gerados por estes sistemas.

O produto AMMS constitui um dos entregáveis do Contrato nº 003/DCTA-COPAC/2014, assim como a frota de aeronaves, os equipamentos de apoio, a lista de aprovisionamento inicial e ferramentas, sendo mencionado no Anexo XVII, Apêndice 1, como o WBS (*Work Breakdown Structure*) 2054.4.9. Como requisitos adicionais às funcionalidades já oferecidas pelo produto, foram incluídos relatórios customizados e a integração com o MGSS. Tanto para os requisitos

adicionais quanto para o catálogo de processos foram definidos testes de validação, sendo a aceitação do produto sujeita à conclusão bem sucedida de tais testes.

3.1.1 Interfaces externas

Com o objetivo de possibilitar o monitoramento do projeto por meio do sistema gerencial oficial da FAB, foi definido como requisito contratual que o AMMS fornecesse informações para o SILOMS. Os dois sistemas são apontados no item 3.8.2.1 do PCA 400-145/2017 como complementares para a gestão automatizada da frota de caças F-39, reforçando-se no item 3.2.8.5 a necessidade de que seja mantido no SILOMS um histórico que permita a continuidade do gerenciamento da manutenção e do suporte logístico caso não haja renovação do contrato.

Cabe ressaltar que a cláusula contratual não especifica o conjunto de dados a ser extraído do AMMS, nem a arquitetura, o protocolo, o formato de arquivos ou a frequência a serem adotados. O delineamento da solução de TI para viabilizar a transferência de dados para o SILOMS teve início em 2019 envolvendo representantes das áreas de logística e computação da FAB e da SAAB, conforme determinado na Nota Técnica nº 01/DTI/2018. Como resultado das interações desta equipe multidisciplinar, foi realizada a especificação da interface entre os sistemas, sendo o processo formalizado via assinatura dos documentos GRBR-5006 e GRBR-5009.

O GRBR-5006 delimita as competências de cada sistema de forma a manter no AMMS os principais processos de suprimento e manutenção, considerando-se o ganho logístico obtido pela ativação automática de tarefas de manutenção a partir da importação de dados do MGSS. Para os processos cujas regras de negócio adotadas pela FAB não são atendidas pelo AMMS, o SILOMS continua a ser o sistema de gestão utilizado. O quadro 1 sumariza a segregação de responsabilidades estipulada.

Quadro 1 – Segregação de responsabilidades entre os sistemas de TI do projeto Gripen

Sistema	Responsabilidades
ISG-BR	<ul style="list-style-type: none"> • Armazenamento de dados técnicos <ul style="list-style-type: none"> ○ Instruções de manutenção ○ Informações para isolamento de falhas ○ Informações sobre o produto ○ Registros de Análise de Suporte Logístico (LSAR) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Configuração ▪ <i>Part Numbers</i> (PN) ▪ Requisitos de manutenção
MGSS	<ul style="list-style-type: none"> • Importação e Análise de dados operacionais <ul style="list-style-type: none"> ○ Dados de voo ○ Parâmetros de operação ○ Cálculo de fadiga ○ Isolamento de falhas
AMMS	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento de manutenção • Registro de manutenções realizadas • Controle de estoque • Movimentações de material • Controle da configuração real • Controle de disponibilidade da frota
SILOMS	<ul style="list-style-type: none"> • Cadastro de NSN/NEA • Planejamento e execução financeira • Escrituração Contábil

	<ul style="list-style-type: none"> • Emissão de Guias de Movimentação e Fornecimento de Material (GMM/GFM) • Monitoramento (Indicadores Gerenciais) • Gestão do transporte • Gerenciamento de Processo de Alienação • Gerenciamento de emergências • Gerenciamento de requisições (compra/reparo) • Movimentação de aeronave
--	---

Fonte: Adaptado de SAAB AB, 2020a

Com base na segregação estipulada, o GRBR-5009 descreve os cenários de operação para os quais é necessária alguma troca de dados entre os sistemas. Vale notar que a transferência automatizada de informações oriundas do SILOMS para o AMMS não foi contemplada no escopo do contrato, sendo necessário sinalizar manualmente no AMMS a conclusão das ações no SILOMS, no caso de processos englobando execução de tarefas em ambos os *softwares*. Os cenários considerados podem ser agrupados em seis macro cenários, cujos fluxos de informação são descritos a seguir.

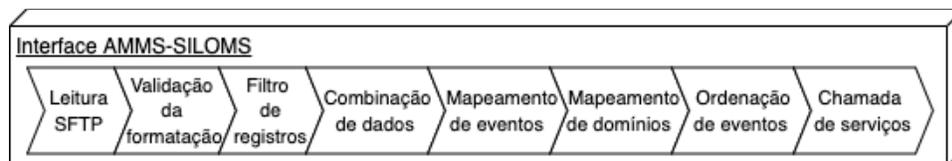
- a) **Catologação:** para criação dos números de peça (PN – *Part Number*), o SILOMS exige um NSN (*NATO Stock Number*) ou a alocação temporária de um NEA (Número de Estoque da Aeronáutica) a ser substituído após o cadastro do NSN correspondente; no ISG e no AMMS o número de estoque não é um campo obrigatório. Adicionalmente, para cada material alocado ao projeto F-39 no SILOMS, é necessário o vínculo de uma natureza e subelemento de despesa, que serão usados para contabilização das movimentações. Desta forma, o cenário referente à atividade de catalogação prevê que a planilha de dados de cadastro extraída do ISG-BR seja complementada com informações contábeis e números de estoque já cadastrados no SILOMS antes da carga de dados neste último sistema. Por não haver garantia de que o ISG será atualizado com os números de estoque atribuídos antes da importação dos novos números de peça no AMMS, a combinação do código NCAGE do fabricante com o número de peça OEM foi definida como referência nos arquivos gerados para importação no SILOMS. Esta abordagem minimiza o risco de erros, porém, caso algum PN seja importado no AMMS antes de ser catalogado no SILOMS, a interface não será capaz de replicar informações até que a referência conste em ambos os sistemas;
- b) **Movimentações de material:** uma vez que o AMMS foi definido como responsável pelo controle da localização dos itens, itens de apoio e material de consumo, as movimentações de entrada e saída nos armazéns de bens utilizáveis e a reparar, provenientes ou destinadas a empresas, outras unidades ou às oficinas e linhas de manutenção devem ser realizadas nesta aplicação. No SILOMS, tais movimentações serão replicadas via interface de forma a manter o histórico, ativar as integrações contábeis e possibilitar a impressão das guias de material e a criação de volumes e manifestos de transporte. Para evitar inconsistências, as movimentações de material do projeto F-39 estarão bloqueadas no SILOMS. A única exceção são as movimentações referentes ao processo de alienação. Uma vez que não há no AMMS um processo configurado para atender aos requisitos da legislação, estabeleceu-se que, a partir da movimentação no AMMS para uma localização representativa do armazém de bens a alienar, a interface disponibilizará os materiais no SILOMS para continuidade do processo de alienação. Todavia, por não haver uma via para atualização de informações no AMMS, há necessidade de realizar manualmente a ação de descarte após sua execução no SILOMS;

- c) **Gerenciamento de requisições:** as requisições de compra ou reparo devem ser criadas no AMMS e espelhadas no SILOMS para continuidade do processo por meio da validação, levantamento de cotações, seleção de fornecedor (quando fora do escopo de contratações de suporte logístico), empenho e gestão das notas fiscais ou *invoices*. Após realização das ações necessárias neste último sistema, as movimentações de recebimento e expedição devem ser executadas no AMMS, conforme os demais movimentos logísticos, sendo refletidas de forma automática no SILOMS para atualização do *status* das requisições e registro das transações contábeis;
- d) **Gestão de emergências:** no AMMS, a sinalização de emergências de material se dá a partir da alteração da prioridade dos pedidos em ordens de serviço. No entanto, o AMMS não possui um processo de gestão de providências atreladas às necessidades urgentes. Para que não houvesse perda de funcionalidades, foi convencionado que a criação, o atendimento e o cancelamento de emergências seriam realizados pela interface a partir das alterações de prioridade e status dos pedidos no AMMS, deixando o SILOMS aberto para criação de vínculo entre o atendimento da necessidade e as ordens de serviço ou requisições em curso;
- e) **Indicadores Gerenciais:** apenas o indicador de disponibilidade das aeronaves está contemplado no AMMS. Para este indicador, os dados lançados são replicados no SILOMS. Os demais indicadores gerenciais foram mantidos no SILOMS, ficando a interface responsável pela obtenção dos dados necessários para a atualização das informações disponibilizadas aos tomadores de decisão.

Considerando os processos mantidos no SILOMS, o anexo A do GRBR-5009 especifica os dados necessários para chamada de serviços no SILOMS de forma a replicar eventos executados no AMMS. O anexo B do mesmo documento traz um estudo realizado juntamente à IFS, empresa mantenedora da plataforma *Maintenix*, acerca da viabilidade de uma integração baseada em eventos. Tal estudo constatou a necessidade de adaptação do AMMS para que fosse possível capturar os eventos requeridos em tempo de execução e acionar chamadas de serviços externos. Sendo assim, a proposta foi considerada fora do escopo contratual.

Como resultado da discussão acerca de soluções arquiteturais alternativas, foi definido que a disponibilização de dados seria realizada a partir de 13 arquivos no formato CSV (*Comma Separated Values*), correspondendo à extração das informações segundo o modelo de dados e domínios do AMMS. Desta forma, ficou a cargo do COMAER o desenvolvimento de uma camada intermediária de *software* para combinação, conversão e interpretação dos dados recebidos de forma a viabilizar a chamada dos serviços requeridos. O Apêndice A contém a relação dos arquivos utilizados para obtenção dos dados necessários para a réplica dos eventos no SILOMS, enquanto a Figura 1 mostra os passos do processo de importação dos arquivos extraídos do AMMS.

Figura 1 – Etapas da interface SILOMS

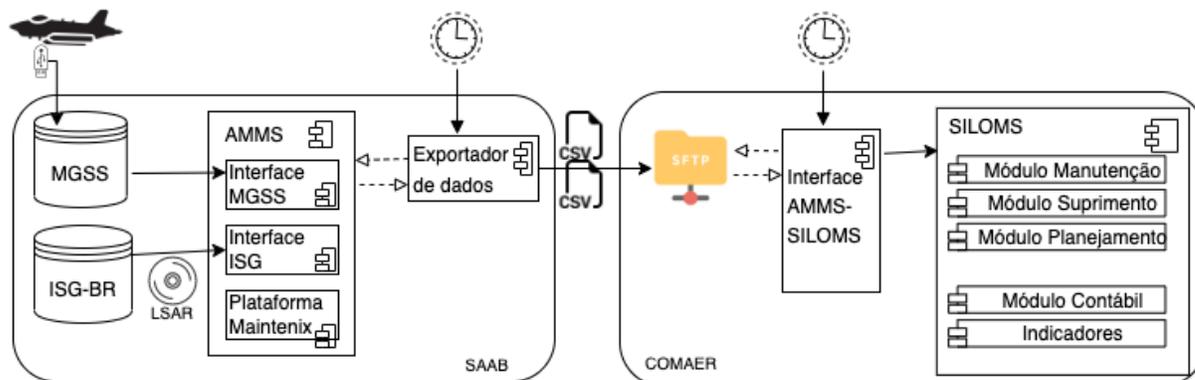


Fonte: a autora

Para compartilhamento dos arquivos, optou-se pelo uso de um servidor SFTP, criado e mantido pela Força Aérea, sendo a rotina de extração agendada para execução diária às 2:00

contendo os dados gerados no dia anterior. A Figura 2 sumariza o fluxo de informações entre os diversos sistemas informatizados envolvidos no suporte ao projeto Gripen.

Figura 2 – Sistemas para suporte ao Gripen NG



Fonte: a autora

Em caso de indisponibilidade da rede ou do servidor SFTP, o exportador interrompe a extração, sendo necessário acionar os administradores do sistema para gerar os arquivos referentes à janela de exportação perdida.

3.1.2 Suporte

O escopo do suporte logístico contratado (CLS – *Contractor Logistics Support*) prevê a prestação de serviços de suporte de segundo nível, incluindo o gerenciamento de problemas e incidentes, a atualização no AMMS dos dados de peças e informações de configuração do Gripen E/F com base nos novos lançamentos de dados aprovados pelo ISG e o registro no AMMS do trabalho realizado nas oficinas nível 3 da SAAB, com base na documentação fornecida.

Adicionalmente, são previstos 2 anos de suporte estendido de primeiro nível, correspondente ao apoio ao usuário final e à organização de suporte de primeira linha (COMAER), com o objetivo de ajudar o cliente a construir e o conhecimento durante a fase inicial de operação.

3.1.3 Infraestrutura

Contratualmente, a SAAB tem a obrigação de entregar o *hardware* para o servidor do ambiente de produção do AMMS. Para os ambientes de treinamento e testes o *hardware* deve ser provido pela FAB.

No que tange às licenças, aquelas necessárias ao funcionamento do núcleo *Maintenix* (*Mulesoft* e *Japersoft*) estão incluídas no contrato, devendo as demais (*Oracle Database*, *Oracle Weblogic* e sistemas operacionais) ser adquiridas pelo COMAER.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

O primeiro item que merece atenção é a confirmação da viabilidade de uso de um sistema adquirido juntamente com a frota de novas aeronaves para complemento das funcionalidades existentes no SILOMS, conforme proposto por Feltran (2021). Deve-se destacar que devido às regras de negócio específicas, associadas a normas e processos da FAB ou a legislações aplicáveis

à Administração Pública em geral, não é possível a completa substituição do sistema desenvolvido pela FAB por um sistema não customizado.

Neste contexto, o quadro 2 apresenta uma análise da solução de integração desenvolvida segundo os parâmetros apontados por Hohpe e Woolf (2004).

Quadro 2 – Análise da solução de integração

Parâmetro	Análise
Acoplamento	Tipicamente, a integração via arquivos possibilita o desacoplamento entre as aplicações, desde que as padronizações de nome e formato sejam mantidas. No entanto, como o SILOMS precisa registrar as sequências de eventos e não somente o estado final de cada item, a rotina de extração exporta dados de diversas tabelas de histórico do AMMS, ficando a cargo do integrador interpretar estes dados e mapeá-los em eventos. Tal abordagem caracteriza um grau de acoplamento entre as aplicações, uma vez que alterações na lógica interna do AMMS podem impactar o integrador. Vale destacar que, uma vez que o <i>software</i> desenvolvido pela SAAB representa uma camada adicional para a plataforma comercial <i>Maintenix</i> , as operações tanto do AMMS quanto da interface de integração precisam ser reavaliadas a cada atualização da plataforma.
Intrusão	Nenhuma modificação foi realizada no código do AMMS para possibilitar a extração de dados. No SILOMS, foram realizados bloqueios de funcionalidades dos Módulos Suprimento e Manutenção como solução para evitar lançamentos duplicados e inconsistências no momento da importação de dados resultantes de ações divergentes realizadas para um mesmo item. Tais bloqueios foram realizados de maneira parametrizável, de forma a possibilitar o reuso em futuras integrações.
Tecnologia	No que tange à integração, a estrutura de TI já existente foi aproveitada, sendo necessário somente a criação de um servidor SFTP. O uso do formato CSV possibilitou o uso de bibliotecas gratuitas de leitura e transformação de arquivos.
Formato de dados	A formatação dos dados é diferente em cada aplicação. Desta forma, o integrador precisa conhecer estas diferenças e realizar o mapeamento de referências e domínios antes de chamar as API do SILOMS. Na criação de requisições, ordens de serviço, emergências, defeitos, lotes, equipamentos e posições da configuração primária o vínculo com as referências do AMMS é armazenado em tabelas auxiliares dinâmicas, que serão usadas para as conversões nas demais transações envolvendo aquela referência. Para os parâmetros de falha (ATC – <i>Action Taken Code</i> ; WDC – <i>When Discovered Code</i> ; e HMC – <i>How Malfunction Code</i>), oficinas externas e código de localizações são usadas tabelas de conversão de domínios estáticas, ou seja, gerenciadas pelos administradores do sistema e apenas consultadas pelo integrador. O número do CPF (Cadastro de Pessoa Física) foi definido como nome de usuário dos militares que operam o AMMS. Consequentemente, não foi necessário criar uma tabela auxiliar para mapeamento do responsável pelas transações. Da mesma forma, como os códigos de tipos de disponibilidade e emergência são customizáveis no AMMS e foram configurados para usar os códigos existentes no SILOMS, não foi necessário criar tabelas estáticas para mapear os valores destes domínios.
Latência	A janela de 24 horas para transferência de dados do AMMS para o SILOMS causa atraso nos processos que têm passos a serem executados no SILOMS após o início no AMMS: impressão de documentos, gerenciamento de requisições, solução de emergências e execução de processo de alienação.
Encapsulamento	Ambas as aplicações operam com encapsulamento, não disponibilizando acesso direto à sua base de dados. Enquanto os dados do AMMS são acessados via arquivos gerados por um exportador desenvolvido pela própria SAAB, o acesso aos dados do SILOMS é realizado por meio de chamadas de API.
Sincronismo	A comunicação via compartilhamento de arquivos pode ser classificada como assíncrona, permitindo que as aplicações continuem a operar independentemente do tempo para execução dos serviços de réplica de dados. No entanto, as chamadas remotas

	realizadas pelo integrador após leitura e processamento dos arquivos disponibilizados são síncronas, uma vez que as movimentações de material, instalações, remoções, ordens de serviço e requisições necessitam ser registradas na mesma sequência de ocorrência, de forma a manter a conformidade do histórico dos itens e do fluxo de saldos entre contas contábeis. Esta exigência acarreta também na necessidade de interrupção da importação de dados caso haja falha na réplica de algum evento, sendo tal suspensão mantida até que a inconformidade seja resolvida através de acertos sistêmicos ou da retificação de dados registrados de forma não padronizada pelos usuários.
Confiabilidade	A comunicação assíncrona é normalmente atrelada a uma política de nova tentativa que garanta que a chamada remota será executada mesmo em casos de indisponibilidade temporária da rede ou do serviço. Tal política foi implementada na interface de leitura do SFTP e chamada de serviços do SILOMS de forma a não haver perda de informações se o servidor de arquivos, as APIs ou o próprio integrador estiver indisponível. Por outro lado, a rotina de extração de dados do AMMS não possui uma política de nova tentativa, resultando em perda de informações caso haja indisponibilidade do banco de dados do AMMS, do extrator ou do servidor SFTP no horário previsto para extração diária de dados. Neste cenário, a importação no SILOMS irá eventualmente falhar devido à inconsistência de estado dos itens para os quais uma ou mais transações não foi replicada. Sendo assim, se constatada indisponibilidade que impediu a extração de dados, é necessário realizar a extração e disponibilizar os arquivos de dados no servidor de forma manual.

Fonte: a autora

A partir das análises do quadro 2, é possível perceber que a busca de melhorias para a solução de integração deve ser concentrada nos parâmetros acoplamento, latência e confiabilidade.

Mantendo a integração via arquivos, o acoplamento poderia ser reduzido caso a responsabilidade pela transformação de dados históricos nos eventos listados no Apêndice A passasse para a empresa contratada, eliminando a necessidade de que o *software* integrador conheça especificidades da implementação do sistema a ser integrado com o SILOMS. Salienta-se que, os dados requeridos para réplica dos eventos são aqueles existentes no momento da ocorrência, sendo necessário adaptar a aplicação adquirida para armazená-los caso os registros de histórico não sejam suficientes para reaver as informações. Neste cenário, a empresa deve ficar também responsável pela adequação do exportador às alterações realizadas na lógica interna da aplicação fornecida.

No que tange à redução da latência entre as alterações de dados em determinada aplicação e sua comunicação à outra, alternativas possíveis incluem o envio com maior frequência de arquivos contendo o lote de eventos registrados desde a última exportação, o que se torna praticável com a diminuição da carga de processamento do integrador decorrente da integração por eventos; a comunicação imediata das alterações por meio de mensagens enviadas a um sistema de gerenciamento assíncrono que garanta o processamento dos eventos no SILOMS na mesma ordem de ocorrência na aplicação geradora das mensagens; e a chamada síncrona de serviço externo para cada evento que requer integração. Para as duas primeiras opções, verifica-se a necessidade de somente persistir as alterações realizadas caso haja sucesso no registro do evento na fila de mensagens, devendo também ser implementada uma política de nova tentativa para garantir a entrega posterior das informações em caso de instabilidade temporária da infraestrutura de TI. Para o caso de chamadas síncronas, o processamento da ação é interrompido em caso de falha na chamada externa, garantindo a paridade das informações apresentadas pelos sistemas em qualquer momento de análise ao custo de acoplar as aplicações.

Outro ponto a ser observado é o benefício do uso de domínios comuns entre os sistemas. Tal abordagem reduz o esforço de desenvolvimento das integrações e aumenta a usabilidade, deixando transparente ao usuário as diferenças internas de cada aplicação. Porém, só é possível

realizar a uniformização caso a nova aplicação possua parâmetros configuráveis ou utilize listas de valores baseadas em padrões aceitos internacionalmente. Para a segunda opção, se o padrão adotado não for contemplado no SILOMS, seria possível incluí-lo como requisito deste sistema, o que não é recomendável para valores não padronizados, que não trariam ganho à aplicação fora do contexto da integração.

A unilateralidade das transferências de dados na solução de integração implementada também é um aspecto merecedor de análise. Neste sentido, o uso do AMMS para os processos relacionados à função logística de Suprimento implica na perda de funcionalidades como:

- estorno de movimentações;
- criação de listas de inventário para conferência das quantidades em estoque de diversos PN;
- autorização de ajuste de quantidades em estoque condicionada por faixa de valor;
- transferência de material entre projetos;
- geração de RMM (Relatório de Movimentação de Material) para sinalização de transferência de responsabilidade sobre o material entre as áreas de recebimento, armazenagem e expedição;
- gerenciamento de cotações e empenho de requisições;
- gestão do processo de alienação.

Para os dois últimos casos, dada a existência de requisitos legais externos, a solução de integração replica as estruturas em um estado inicial no SILOMS, possibilitando a continuidade dos processos conforme normativas em vigor; porém, a necessidade de atualizar manualmente o AMMS após a conclusão das etapas no aquele sistema representa um risco para a compatibilidade das informações.

Seguindo este raciocínio, a permanência de parte ou a totalidade das atividades de controle e movimentação de estoque no SILOMS seria uma solução mais aderente às regras de negócio atuais. No entanto, como as atividades de manutenção dependem de consumíveis e peças de reposição, seria necessária uma via de transferência de dados do SILOMS para o AMMS caso fosse feita a opção de não utilizar funcionalidades de Suprimento deste sistema.

Também deve ser considerado que, apesar de a comunicação em ambos os sentidos permitir que cada processo seja realizado na aplicação com maior adesão aos requisitos de usuário, esta solução traz maior complexidade ao projeto de integração, sendo necessário que o sistema a ser integrado com o SILOMS exponha uma interface para cada evento a ser replicado. Além disso, este tipo de comunicação limita a solução arquitetural ao exigir o condicionamento da concretização de ações no sistema contratado ao sucesso de chamadas síncronas para réplica das operações no SILOMS, de forma a evitar falhas ou inconsistências resultantes de operações conflitantes durante o intervalo de sincronização de dados. Além disso, para que haja padronização de procedimentos, faz-se necessário o bloqueio das operações no sistema que não o designado para sua execução.

Por fim, verifica-se que no que tange ao produto AMMS e suas interfaces internas, os requisitos contratuais forneceram detalhes suficientes para que a solução implementada pela empresa atendesse às necessidades do cliente. Além das extensões necessárias para adequar o sistema comercial aos processos da FAB, foram especificados requisitos logísticos relacionados à prestação de serviços de suporte e manutenção e à aquisição de *hardware* e licenças de *software*, tanto para o ambiente de operação quanto para os ambientes de teste e treinamento. No entanto, as especificações são deficientes no que tange à interface do produto AMMS com sistemas externos, no caso o SILOMS. A falta de uma interface de dados definida, sujeita a requisitos de qualidade e

restrições arquiteturais condizentes com o conceito operacional, resulta em uma solução que atende aos requisitos contratuais, porém deixa de atender a necessidades do cliente, limitando funcionalidades e retardando o fluxo de informações e processos dependentes, além de deixar tal fluxo susceptível a condições adversas da infraestrutura de TI. Do ponto de vista de requisitos de sistema, a falta de restrições de projeto visando padronização de domínios e reuso de componentes já existentes, resultou em um maior investimento de tempo e recursos humanos para implementação da solução de importação dos dados. Além disso, a dependência da lógica do AMMS para o sucesso do integrador reduz a manutenibilidade da solução como um todo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste momento, é importante retomar o objetivo do estudo, que consiste em analisar aspectos relevantes a serem observados em futuros processos de contratação de sistemas complementares de gerenciamento de frotas a fim de viabilizar a comunicação com o SILOMS, aumentar a qualidade dos dados e simplificar os processos de suporte logístico, sem gasto excessivo de recursos para desenvolvimento das interfaces entre os sistemas de TI. Por meio de uma revisão bibliográfica e estudo de caso, foi possível verificar a importância de que os requisitos contratuais para aquisição de sistemas de gerenciamento de frotas complementares ao SILOMS possuam grau de detalhamento suficiente para que a solução entregue pela empresa atenda às necessidades do cliente, no tocante à prestação de serviços de suporte e manutenção, à aquisição de hardware e licenças de software e ao fornecimento de extensões necessárias para adequar o sistema comercial aos processos da FAB e integrá-lo ao SILOMS.

Pode-se afirmar que uma integração baseada em eventos, na qual a lógica interna da aplicação adquirida é encapsulada em componentes desenvolvidos pela própria contratada, seria uma solução mais adequada do que o mero compartilhamento de dados, reduzindo o acoplamento e aumentando a manutenibilidade das aplicações.

Demonstrou-se que a redução da latência para que alterações de dados em determinada aplicação sejam transmitidas à outra evita retardo na execução de etapas de processos dependentes de ambos os sistemas, sendo recomendada a comunicação imediata das alterações ou o envio com maior frequência de arquivos contendo o lote de eventos registrados desde a última exportação.

Verificou-se também a necessidade de que haja mecanismos para garantir que todo evento de interesse concretizado em determinada aplicação seja replicado na outra, mesmo em caso de indisponibilidade temporária da aplicação que receberá as informações ou da infraestrutura de TI.

Concluiu-se ainda que a possibilidade de atualização de dados no sistema contratado a partir de ações realizadas no SILOMS traria ganhos ao suporte logístico ao possibilitar a execução de processos existentes em ambos os sistemas naquele com maior aderência às regras da FAB. No entanto, este tipo de comunicação limita a solução arquitetural ao exigir integrações via chamadas síncronas, para que não haja inconsistências resultantes de operações conflitantes durante o intervalo de sincronização de dados.

Este trabalho requer um maior aprofundamento acerca de padrões internacionais que poderiam ser fixados como requisitos para os domínios referentes à estrutura do produto e dados de manutenção de forma a reduzir a dissonância semântica, simplificar a etapa de mapeamento do integrador e aumentar o reuso de componentes de *software*. Além disso, recomenda-se a realização de estudos adicionais visando a comprovação de melhorias resultantes da aplicação das sugestões apresentadas neste artigo em contratos de aquisição de sistemas de gerenciamento de frotas complementares ao SILOMS, intencionando uma evolução contínua dos requisitos contratuais.

REFERÊNCIAS

AEROSPACE AND DEFENSE INDUSTRIES ASSOCIATION OF EUROPE; AEROSPACE INDUSTRIES ASSOCIATION OF AMERICA. **S5000F**: International specification for in-service data feedback. Issue 2.0. Brussels: ASD; Arlington: AIA, 2019.

BABBITT, G. **An Historical Review of the Integrated Logistics Support Charter**. 1975. Study Project Report (Program Management Course) - Defense Systems Management School, Fort Belvoir, 1975. Disponível em: https://archive.org/details/DTIC_ADA026568. Acesso em: 06 ago. 2022.

BLANCHARD, Benjamin S. **Logistics: A total system's approach**. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

BLANCHARD, Benjamin S. **Logistics engineering and management**. 6th ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2014.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Computação da Aeronáutica do Rio de Janeiro. **Concepção da Interface AMMS-SILOMS**. Versão 2.2. Rio de Janeiro, 2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando Geral de Apoio. **Nota Técnica nº 01/DTI/2018**. São Paulo, 2018a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando Geral de Apoio. **PCA 400-145**: Plano De Suprimento E Manutenção Para O Projeto F-39 Na Força Aérea Brasileira. [Brasília, DF], 2017.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. **Contrato de despesa nº 003/DCTA-COPAC/2014, de 24 de outubro de 2014**. Aquisição de 28 (vinte e oito) aeronaves de caça multiemprego monoposto e 8 (oito) aeronaves de caça multiemprego biposto e apoio logístico inicial. [Brasília, DF], 2014.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **NSCA 7-4**: Gerenciamento Do Ciclo De Vida De Sistemas De Tecnologia Da Informação Da Aeronáutica. [Brasília, DF], 2006.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **PCA 11-319**: Plano De Tecnologia da Informação da Aeronáutica. [Brasília, DF], 2018b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **PCA 11-320**: Plano Diretor de Tecnologia da Informação. [Brasília, DF], 2021.

CARDIA JÚNIOR, Osmar S. **Apoio logístico integrado**: Desafios e perspectivas relacionados ao apoio de navios obtidos por oportunidade pela Marinha do Brasil. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2011.

CARNEGIE MELLON UNIVERSITY. Software Engineering Institute. **CMMI for Acquisition**. Version 1.3. Pittsburgh: Software Engineering Institute, 2011. Disponível em https://figshare.com/articles/report/CMMI_for_Acquisition_CMMI-ACQ_Primer_Version_1_3/6572279/1. Acesso em: 27 ago. 2022.

CÔRTEZ, Alessandro M. A. **Suporte Logístico Integrado (SLI)**: melhores práticas na gestão do Ciclo de Vida de Produtos e Sistemas de Defesa. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Política, Estratégia e Alta Administração do Exército) — Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2020.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DEFENSE ACQUISITION UNIVERSITY. **Integrated Product Support (IPS) Elements Guidebook**. Fort Belvoir: Defense Acquisition University, 2021. Disponível em: [https://www.dau.edu/pdfviewer?Guidebooks/Integrated-Product-Support-\(IPS\)-Element-Guidebook.pdf](https://www.dau.edu/pdfviewer?Guidebooks/Integrated-Product-Support-(IPS)-Element-Guidebook.pdf). Acesso em 02 jun. 2022.

EDWARDS, T.; BAYOUMI, A.; LESTER EISNER, M. Internet of Things – A Complete Solution for Aviation’s Predictive Maintenance. *In*: BAHEI-EL-DIN, Y.; HASSAN, M. (ed.). **Advanced Technologies for Sustainable Systems. Lecture Notes in Networks and Systems**, Cham, v. 4, p. 167-177, 2017.

FELTRAN JUNIOR, Claudomiro. **Gestão Logística do F-39 e KC-390**: um desafio para a FAB. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Avançado de Comando e Estado-Maior) — Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, Rio de Janeiro, 2021.

HOHPE, G.; WOOLF, B. **Enterprise Integration Patterns**: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions. 1st ed. Boston: Addison-Wesley Professional, 2004.

SAAB AB. **GRBR-5006**: Sub System Design Description (SSDD) for COMAER Gripen Support System Environment (ISG, AMMS, SILOMS). Issue 1.1. Luleå: SAAB AB, 2020a.

SAAB AB. **GRBR-5009**: Interface Requirements Specification (IRS) for SILOMS. Issue 1.1. Luleå: SAAB AB, 2020b.

SAAB AB. **GRBR-7781**: AMMS Product Test Report. Issue 1.0. Luleå: SAAB AB, 2021.

SAAB AB. **JS-71684**: Logistic Support Plan (LSP) Gripen EF for Brazil. Revision 10. [Linköping]: SAAB AB, 2020c.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. 9th ed. Harlow: Addison-Wesley, 2011.

APÊNDICE A – Fontes de dados para o registro de eventos no SILOMS

Evento	Dado	Fonte	
Criação de requisição	Tipo (compra ou reparo)	<i>Purchase_Orders_and_Repair_Orders</i> ou <i>Exchange_Orders</i> (dados);	
	Data		
	PN		
	NCAGE do PN		
	Quantidade		
	Unidade medida		<i>Committed_Work_Packages</i> (identificação do evento de criação de requisição de reparo)
	Número de série (somente reparo)		
	Tipo serviço (somente reparo)		
	Unidade de entrega		
	Sector de entrega	SILOMS (setor utilizável cadastrado para o projeto F-39 na unidade de entrega)	
	Valor de referência	SILOMS (preço planejado ou valor médio de reparo para o material convertido para a moeda de referência)	
	Moeda do valor de referência	Tabela de configuração do integrador (valores de acordo com o código do fornecedor e tipo de requisição constantes no arquivo <i>Purchase_Orders_and_Repair_Orders</i> ou <i>Exchange_Orders</i>)	
	Unidade requisitante		
	Sector requisitante		
	Órgão Provedor		
Número do Contrato			
Indicador extra sistema			
Unidade executante (somente reparo)			
Sector executante (somente reparo)			
Cancelamento de requisição	Número da requisição	<i>Purchase_Orders_and_Repair_Orders</i> ou <i>Exchange_Orders</i>	
Cadastro de número de série (SN – <i>Serial Number</i>)	PN	<i>Inventory_Creation</i>	
	NCAGE do PN		
	SN		
	PN do conjunto maior		
	NCAGE do PN do conjunto maior		
	SN do conjunto maior		
	Posição no conjunto maior		
	Horas de voo acumuladas		
	Pousos acumulados		
	Tipo de equipamento		
	Data de recebimento		
Data de fabricação			
Cadastro de lote	PN	<i>Inventory_Creation</i>	
	NCAGE do PN		
	Número de lote		
	Data de fabricação		
	Data de validade		
Recebimento de requisição (compra ou reparo)	Número requisição	<i>Shipments_and_Transfers</i> (recebimento sem inspeção) e <i>Inventory_Condition_Changes</i> (diferenciação entre evento de abertura de OS de inspeção e evento de recebimento sem inspeção ou após conclusão da inspeção)	
	PN		
	NCAGE do PN		
	SN		
	Número do lote		
	Quantidade		
	Data		
Usuário			
	Número requisição	<i>Shipments_and_Transfers</i> (dados) e	
	PN		

Criação de OS de inspeção de recebimento	NCAGE do PN	<i>Inventory_Condition_Changes</i> (diferenciação entre evento de abertura de OS de inspeção e evento de recebimento sem inspeção)	
	SN		
	Data		
	Usuário		
Conclusão de OS de inspeção de recebimento	Número da OS	SILOMS (OS do equipamento dado como inspecionado em <i>Inventory_Condition_Changes</i>)	
Instalação/Remoção	PN	<i>Inventory_Condition_Changes</i> (instalação ou remoção diferenciadas pela transição de status)	
	NCAGE do PN		
	SN		
	PN do conjunto maior		
	NCAGE do PN do conjunto maior		
	SN do conjunto maior		
	Posição no conjunto maior		
	Horas de voo acumuladas do SN		
	Pousos acumulados do SN		
	Usuário		
	Data		
Consumo/ Distribuição para Uso	PN	<i>Issue_and_Turn_in_transactions</i> e <i>Quantity_Adjustments</i> (apenas para obtenção da quantidade consumida no caso de lotes) e <i>Part_Requests</i> (apenas para obtenção da quantidade consumida no caso de lotes); ou <i>Inventory_Condition_Changes</i> (força criação do evento quando há instalação sem operação de consumo)	
	NCAGE do PN		
	SN		
	Número de lote		
	Quantidade		
	Unidade origem		
	Setor origem		
	Unidade destino		
	Setor destino		
	Data		
	Usuário responsável		
Ajuste a Maior/Menor	PN	Para materiais controlados por número de série: <i>Inventory_Condition_Changes</i> ; Para materiais controlados por lote: <i>Quantity_Adjustments</i> (dados); <i>Issue_and_Turn_in_transactions</i> e <i>Part_Requests</i> (para ignorar os ajustes referentes a consumo de material em OS).	
	NCAGE do PN		
	SN		
	Número de lote		
	Diferença da quantidade atual		
	Unidade		
	Setor		
	Usuário responsável		
Número comissão de inventário	Tabela de configuração do integrador		
Transferência entre OM (envio)	Unidade origem	<i>Shipments_and_Transfers</i>	
	Unidade destino		
	Usuário expedição		
	PN		
	NCAGE do PN		
	SN		
	Número de lote		
	Quantidade		
	Setor origem		SILOMS (setor utilizável ou reparável cadastrado para o projeto F-39 na unidade correspondente)
	Setor destino		
Transferência entre OM (recebimento)	Número movimentação	<i>Shipments_and_Transfers</i>	
	Usuário receptor		
Recolhimento	PN	<i>Issue_and_Turn_in_transactions</i>	
	NCAGE do PN		

	SN	
	Unidade origem	
	Setor origem	
	Unidade destino	
	Setor destino	
	Data	
	Usuário responsável	
	TMC (<i>Type Maintenance Code</i>)	SILOMS (TMC corretivo ou outros serviços é atribuído de acordo com a existência ou não de falhas para o equipamento)
	Unidade executante	Padronizado o uso de oficina genérica pois o AMMS não possui esta informação antes da criação da OS
	Setor executante	
Registro / Atualização de dados de falha	Número do defeito (para atualização)	<i>Issue_and_Turn_in_transactions</i> ou <i>Committed_Work_Packages</i> ou <i>Completed_Work_Packages</i>
	<i>Status</i>	
	PN do item defeituoso	
	NCAGE do PN do item defeituoso	
	SN do item defeituoso	
	PN do conjunto maior	
	NCAGE do PN do conjunto maior	
	SN do conjunto maior	
	Horas de voo acumuladas do item defeituoso	
	Pousos acumulados para o item defeituoso	
	ATC	
	HMC	
	WDC	
	Data	
	Usuário relator	
Descrição do defeito		
Abertura de OS	PN	<i>Comitted_Work_Packages</i>
	NCAGE do PN	
	SN	
	Tipo (programa ou não-programada)	
	Data de abertura	
	Usuário	
	Unidade executante	
	Setor executante	
	TMC	SILOMS (TMC corretivo ou outros serviços é atribuído de acordo com a existência ou não de falhas para o equipamento)
Apontamento horas	Número da OS	<i>Completed_Work_Packages</i>
	Data início	
	Data fim	
	Quantidade de horas	
	Tarefa de trabalho	
	Usuário	Utilizado usuário de sistema (SILOMS)
Cancelamento de OS	Número de OS	<i>Uncomitted_Work_Packages</i>
Conclusão de OS	Número da OS	<i>Completed_Work_Packages</i>
	Data conclusão	
	Usuário	
	PN	

Envio para alienação	NCAGE do PN	<i>Shipments_and_Transfers</i> (diferenciação da transação pelo nome da localização destino, padronizado em tabela de configuração do integrador)
	SN	
	Unidade origem	
	Setor origem	
	Unidade destino	
	Setor destino	
	Data	
	Usuário responsável	
Envio para reparo (interno ou externo) / retorno para utilizável após reparo interno	PN	<i>Shipments_and_Transfers</i> (diferenciação do evento pelo tipo da transação)
	NCAGE do PN	
	SN	
	Unidade origem	
	Setor origem	
	Unidade destino	
	Setor destino	
	Data	
	Usuário responsável	
	Número requisição (apenas para envio reparo externo)	
	Número da OS (apenas para envio ou retorno de reparo interno)	SILOMS (OS do equipamento em aberto, no caso de envio, ou concluída e sem destino, no caso de retorno)
Registro de utilização	PN	<i>Flights</i>
	NCAGE do PN	
	Número de série	
	Horas de voo	
	Número de pousos	
	Unidade	SILOMS (unidade cadastrada como operadora apoiada pela unidade onde a aeronave está localizada)
Alteração de disponibilidade	PN	<i>Availability</i>
	NCAGE do PN	
	Número de série	
	Data	
	Código disponibilidade	
	Observação	
Registro de emergência	PN	<i>Part_Requests</i>
	NCAGE do PN	
	Quantidade	
	Tipo emergência	
	Número da ordem de serviço (OS)	Obtidos a partir dos dados da OS (registro no SILOMS ou do arquivo <i>Committed_Work_Packages</i>)
	PN do equipamento da OS	
	NCAGE do PN do equipamento da OS	
	Unidade em emergência	SILOMS (unidade cadastrada como solucionadora de emergências do projeto F-39 para a unidade em emergência)
Unidade solucionadora		
Atualização da emergência	Número da emergência	<i>Part_Requests</i>
	Status emergência	
	Tipo Emergência	

* *Purchase_Orders_and_Repair_Orders, Exchange_Orders, Inventory_Creation, Inventory_Condition_Changes, Shipments_and_Transfers, Quantity_Adjustments, Issue_and_Turn_in_transactions, Committed_Work_Packages, Completed_Work_Packages, Uncommitted_Work_Packages, Flights, Availability e Part_Requests* referem-se aos arquivos CSV extraídos do AMMS.