

## **Avaliação da métrica de disponibilidade para o suporte logístico dos simuladores de voo da aeronave A-29 da Força Aérea Brasileira**

Luisa Amaral de Almeida<sup>1</sup>  
Rachel Andrade Ballardin<sup>2</sup>  
Danilo Garcia Figueiredo Pinto<sup>3</sup>

### **Resumo**

Este artigo apresenta uma análise da utilização da métrica de disponibilidade como indicador de desempenho para os Contratos de Suporte Logístico (CLS) de simuladores de voo das aeronaves A-29 da Força Aérea Brasileira (FAB). Tal abordagem justifica-se pelo fato de que a escolha de métricas adequadas para medir o desempenho do suporte logístico oferecido pelas contratadas pode elevar a qualidade do serviço prestado, aumentando a disponibilidade dos equipamentos e proporcionando um melhor treinamento para os pilotos. Para tanto, a análise pretendida utilizará o *framework* desenvolvido por Caplice e Sheffi (1994), para avaliação de métricas logísticas. A metodologia utilizada será realização de pesquisa bibliográfica e análise de um estudo de caso. O estudo de caso considerou os dados históricos do CLS dos simuladores A-29 da FAB, no período de 2010 a 2017. A pesquisa demonstrou que o uso da disponibilidade dos simuladores para avaliação da performance do referido CLS apresentou-se deficiente em sete dos oito critérios estabelecidos no *framework*. Dessa forma, evidenciou-se a importância da utilização de métricas complementares e/ou de substituição à existente para melhoria da avaliação do desempenho nos próximos contratos, a fim de prover um suporte logístico com maior qualidade. Assim, serão apresentadas sugestões de métricas adequadas para sanar as deficiências encontradas durante a aplicação do *framework*, tais como “capacidade parcial de missões”, “incapacidade total de missões” e “tempo de retorno do reparo”.

**Palavras-chave:** Simulador de Voo. Contrato de Suporte Logístico. Métrica de Desempenho.

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica, especialista em Logística pelo Instituto de Logística de Aeronáutica e bacharel em Engenharia da Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. E-mail: [luisalaa@fab.mil.br](mailto:luisalaa@fab.mil.br).

<sup>2</sup> Doutora em Educação pela Universidade Metodista de Piracicaba, mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina e bacharel em Secretariado Executivo Bilingue pelo Centro Universitário Newton Paiva. E-mail: [ballardin@uol.com.br](mailto:ballardin@uol.com.br).

<sup>3</sup> Doutorando do Programa de Ciências e Tecnologias Espaciais do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, mestre em Gerenciamento de Aquisição de Defesa pela *Cranfield University* e bacharel em Engenharia Eletrônica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. E-mail: [figueiredodgfp@fab.mil.br](mailto:figueiredodgfp@fab.mil.br).

## 1 Introdução

A Força Aérea Brasileira (FAB) iniciou a aquisição de simuladores de voo para treinamento de seus pilotos a partir do início da década de 90. Naquela época, a FAB não possuía militares com conhecimento especializado em logística para manutenção dos simuladores, nem havia uma Organização Militar (OM) responsável por garantir o ciclo de vida desses equipamentos. Dessa forma, a manutenção dos simuladores ficou a cargo dos Parques de Materiais Aeronáuticos, OM voltadas para manutenção das aeronaves. Apenas em 10 de agosto de 2016, a Portaria COMGAP nº 145/3EM aprovou a NSCA 7-6: Atribuições Específicas para os Centros de Computação da Aeronáutica (CCA), que definiu o Centro de Computação da Aeronáutica de São José dos Campos (CCA-SJ) como “Parque Central para a manutenção e suporte logístico das aplicações de treinamento simulado” (BRASIL, 2016).

Assim, o CCA-SJ inicialmente deu continuidade aos Contratos de Suporte Logístico criados pelos Parques de Materiais Aeronáuticos, até que eles se encerrassem, como é o caso do Contrato de Despesa nº 11/PAMA-LS/2010 (BRASIL, 2010). Além disso, com a sua nova atribuição de ser o Parque Central de Simuladores, o CCA-SJ iniciou estudos sobre os contratos que vinham sendo executados, sob a perspectiva de técnicos com foco específico em simulação na FAB, a fim de trazer melhorias ao propor os novos contratos.

Nesse contexto, este artigo apresenta um estudo de caso analisando a aplicabilidade da métrica de disponibilidade para análise de desempenho dos contratos de prestação de serviços logísticos para os simuladores da aeronave A-29 da FAB. Para tanto serão utilizados os critérios para avaliação de métricas logísticas consolidados por Caplice e Sheffi (1994).

Os simuladores das aeronaves A-29 foram escolhidos como objeto do estudo, pois são os presentes em maior quantidade na Força Aérea Brasileira, o que faz com que mais dados estejam disponíveis.

Tal abordagem faz-se necessária, pois a FAB continua realizando a contratação de suporte logístico para seus simuladores, e a escolha de métricas mais adequadas pode elevar a qualidade do suporte prestado, trazendo ganho operacional ao treinamento dos pilotos.

É importante salientar, também, a contribuição da pesquisa para outras Forças Armadas e para empresas do setor de simulação, já que os simuladores de voo têm ganhado importância no treinamento de pilotos tanto na aviação militar como na civil, segundo Allerton (2009), e a terceirização do suporte logístico tem sido prática frequente na área de Defesa, conforme Pinto (2015).

## 2 Contratos de Suporte Logístico no âmbito da Defesa

A redução do orçamento disponível para Defesa, aliada ao aumento da complexidade tecnológica dos sistemas de Defesa, tem levado as Forças Armadas a voltarem seus esforços para as atividades-fim, terceirizando as atividades de apoio, conforme discutido em Pinto (2015). Nesse contexto, uma prática frequente é a contratação de suporte logístico para manutenção de sistemas, como aeronaves, radares, submarinos e simuladores.

Boito, Cook e Graser (2009) definem o Contrato de Suporte Logístico (CLS) como uma contratação para suportar um sistema de armas, que se destina a cobrir todo o seu ciclo de vida e geralmente inclui muitos elementos de suporte. Blanchard (2014) define dez elementos, sendo que todos ou parte deles podem ser alvos de contratação. São eles: planejamento da logística e da manutenção; pessoal e mão de obra; treinamento e suporte ao treinamento; suprimento; recursos computacionais; dados técnicos, publicações e documentações; instalações; embalagem, manuseio, armazenagem e transporte; equipamentos de teste, medição, manuseio e apoio; e informação logística.

Em um CLS, usualmente, o desempenho da empresa contratada na realização do serviço é avaliado por meio de métricas. Segundo Griffin (2008), elas são essenciais e devem ser sólidas e realistas. Quanto à escolha do nível a ser cobrado para cada métrica, Griffin (2008) destaca que ser muito agressivo pode elevar os custos e assustar fornecedores potenciais, enquanto não ser suficientemente agressivo pode resultar em um suporte inadequado ou degradar a prontidão do sistema.

Dada essa relevância, é fundamental que se faça uma avaliação cuidadosa das métricas utilizadas com o intuito de verificar sua adequação tanto quanto à gestão pela contratante quanto aos interesses da contratada.

Nesse sentido, Caplice e Sheffi (1994) apresentam uma vasta revisão da literatura e fornecem um *framework* para avaliar métricas existentes, consolidando oito critérios importantes para avaliação de métricas da logística, conforme quadro 01.

Quadro 1 – Definição de oito critérios para avaliação de métricas.

<b>Critério</b>	<b>Definição</b>
Validade	A métrica captura com precisão os eventos e atividades sendo medidos e os controla de fatores exógenos.
Robustez	A métrica é interpretada de forma similar pelos usuários, é comparável em tempo, localização e organização, e é repetível.
Utilidade	A métrica é prontamente entendida pelo decisor e guia a ação a ser tomada.
Integração	A métrica inclui todos os aspectos relevantes do processo e promove coordenação entre funções e divisões.
Economia	O benefício do uso da métrica supera os custos com aquisição de dados, análises e relatórios.
Compatibilidade	A métrica é compatível com os fluxos de informação, de material e de caixa existentes e com os sistemas da organização.
Nível de detalhe	A métrica provê grau de granularidade e agregação suficiente para o usuário.
Solidez de comportamento	A métrica minimiza incentivos para atos contraproducentes ou de má-fé e é apresentada de forma útil.

Fonte: (CAPLICE; SHEFFI, 1994, p. 14).

Conforme apontado por Caplice e Sheffi (1994), existem *trade-offs* entre alguns dos critérios apresentados, fazendo com que uma métrica isolada não consiga abranger todos. Assim, é importante que seja utilizada mais de uma métrica na avaliação de desempenho de um CLS. O conjunto de critérios apresentado no Quadro 1 será o referencial teórico utilizado neste artigo e aplicado no estudo de caso.

O trabalho elaborado por Caplice e Sheffi (1994), apesar de ter ocorrido há mais de duas décadas, continua a fazer parte do estado da arte na avaliação de métricas logísticas, principalmente no setor de Defesa. Os autores realizaram um amplo estudo na área de logística, com base em diversas abordagens anteriores, cujo resultado pode ser sintetizado no Quadro 1 e continua a ser base para pesquisas atuais. Muir, Stanley e Griffis (2019) referenciam Caplice e Sheffi (1994) em grande parte de sua revisão da literatura e na definição de hipóteses que contribuíram para realização de experimentos de simulação discreta em um sistema de inventário multi-escala. Já Millikin (2016) utiliza os critérios apresentados no quadro 1 para

avaliar as métricas utilizadas por um Esquadrão Logístico de Aviação da Marinha dos Estados Unidos, em um trabalho semelhante ao que será apresentado neste artigo.

Outras abordagens de avaliação e/ou seleção de métricas logísticas são comuns na literatura. Uma delas é o *Balance Scorecard* (BSC), apresentado por Kaplan e Norton (1997), que tem sido comumente utilizado como estratégia para formulação de objetivos e para definição medidas de desempenho e de métricas. Contudo, conforme Gunasekaran e Kobu (2007), a aplicação do BSC na logística e na gestão da cadeia de suprimentos tem limitações, e seu foco é na perspectiva financeira, de clientes, de processos internos e em inovação e melhoria. Assim, concluiu-se que o BCS não apresentaria grande aplicabilidade à presente pesquisa, uma vez que não houve foco na perspectiva financeira do Contrato de Suporte Logístico.

Gunasekaran e Kobu (2007) também discorrem sobre outras abordagens para avaliação e/ou seleção de métricas, como, por exemplo, o modelo criado por Beamon (1999), baseado em componentes de medição de performance. O autor apresenta uma estrutura para a seleção de sistemas de medição de desempenho para cadeias de suprimentos de fabricação, ressaltando a necessidade de inclusão da flexibilidade com um dos componentes primordiais, uma vez que o mercado e os clientes são caracterizados pela agilidade nas mudanças de requisitos. Tal modelo também tem o foco empresarial, conforme apontado por Gunasekaran e Kobu (2007).

Assim, apesar de outros autores abordarem o tema de avaliação de métricas logísticas, considera-se que o trabalho de Caplice e Sheffi (1994) é uma referência de destaque sobre o tema no âmbito da Defesa.

## **2.1 Métricas utilizadas em Contratos de Suporte Logístico**

Métricas de desempenho utilizadas em contratos de Forças Armadas têm sido alvo de estudo no meio acadêmico. Gansler e Lucyshyn (2006), Openshaw (2006) e Boito, Cook e Graser (2009) elencam métricas contratuais usadas por programas do Departamento de Defesa Americano, enquanto Richardson e Jacopino (2006) fazem análise semelhante para projetos do Setor de Defesa Aeroespacial Australiano. Lopes *et al.* (2017) apresentam um estudo sobre a possibilidade de se otimizar métricas de forma simultânea, a fim de melhorar o desempenho de um CLS. Contudo, nenhum deles aborda contratos de manutenção de simuladores, e não foi encontrada nenhuma referência que tenha tratado desse assunto, a despeito dos esforços empreendidos pelos autores neste sentido. Em razão disso, serão apresentadas métricas de uso

em CLS para equipamentos variados dos setores de Defesa, que podem ser aplicadas em suporte de simuladores, com suas devidas adaptações.

Boito, Cook e Graser (2009) ressaltam que o CLS, muitas vezes, não cobre todas as atividades de suporte logístico de um sistema de armas, deixando parte a cargo da empresa contratada e outra parte sob responsabilidade da Força Armada contratante, ou seja, o suporte orgânico. Dessa forma, é importante escolher uma métrica para o CLS que meça apenas o desempenho do que realmente está sendo contratado. Assim, os autores apresentam um quadro com métricas tipicamente utilizadas para contratos de suporte de aeronaves, separadas conforme o serviço que está sendo prestado no CLS.

Quadro 2 – Métricas utilizadas para avaliar o desempenho do CLS.

(continua)

Serviço contratado no CLS		Métricas
Sistema de suprimentos	Suprimento da base, operado e mantido pelo Contratado	Capacidade parcial de missões por suprimento
		Incapacidade total de missões por suprimento
		Eficiência de atendimento das solicitações
		Incapacidade de realizar a missão atribuída por suprimento
		Eficiência de estoque
	Reparo e reposição de peças	Tempo médio entre reparos
		Tempo médio entre falhas
		Tempo de retorno do reparo
		Taxa de quebras
		Tempo médio de reparo
		Controle de custo
Inspeção	Manutenção nível parque programada	Custo
		Cronograma
		Entrega no prazo
		Deficiências do parque

Quadro 2 – Métricas utilizadas para avaliar o desempenho do CLS.

(conclusão)

Serviço contratado no CLS		Métricas
Inspeção	Equipamentos de suporte	Disponibilidade dos equipamentos e veículos de suporte
	Sistema de armas completo	Disponibilidade de aeronave
		Horas de voo alcançadas
		Taxa de capacidade de missão
		Julgamento subjetivo do cliente
		Taxa de sucesso de missão
		Satisfação do comandante operacional com o desempenho do contratado
		Custo por hora de voo
		Custo por aeronave por ano

Fonte: (BOITO; COOK; GRASER, 2009, p. 37).

Algumas das métricas apresentadas no quadro 2 serão utilizadas neste artigo para sugerir possíveis melhorias no CLS do estudo de caso. É importante notar que as métricas apresentadas no quadro 2 se restringem apenas aos serviços contratados em cada cenário, não importando responsabilidades alheias ao objeto contratual. A métrica de disponibilidade será abordada em detalhes na seção seguinte, por ser alvo do estudo de caso.

## 2.2 Disponibilidade Operacional

O termo “disponibilidade” apresenta diversas definições em diferentes contextos e, no âmbito da logística, está associado à prontidão do sistema, ou seja, à probabilidade de um sistema estar pronto ou disponível quando requerido para uso. Blanchard (2014, p. 75) define a Disponibilidade Operacional como “a probabilidade de um sistema ou equipamento, quando usado sob condições pré-definidas e em um ambiente operacional real, operar satisfatoriamente quando solicitado”. Apesar dessa definição parecer simples, a contratação por disponibilidade pode não ser tão simples, como ressaltam Ng e seus colaboradores:

Ao contratar por disponibilidade, essa simples definição é capaz de dizer se o equipamento está na condição ou função certa para determinada tarefa? Por exemplo, a aeronave C130 Hercules tem duas variantes distintas em sua frota, o C130J e C130K. Dentro da frota C130K, existe uma variante da aeronave que pode transportar mais carga. Há também um número definido de aeronaves com equipamentos especializados instalados para as 'Forças Especiais'. Um contrato por disponibilidade precisa lidar com requisitos operacionais diários em constante mudança para fornecer a disponibilidade que o usuário realmente deseja para funções e tarefas específicas em um dia específico? Por essa razão, precisamos entender o que vai influenciar a disponibilidade antes que o contrato possa ser criado. (NG *et al.*, 2011, p. 239)

Além da dificuldade em utilizar a disponibilidade como métrica de desempenho do CLS para frotas heterogêneas conforme apresentado na citação, os autores destacam que essa métrica possui outra questão importante a ser discutida, relacionada ao controle existente da empresa contratada sobre todos os fatores que impactam na disponibilidade. Segundo Ng *et al.* (2011), se o contratado não possui controle sobre todo o sistema mantido, incluindo as instalações, mão de obra, peças sobressalentes e toda a cadeia de suporte, ele não pode ser cobrado pela disponibilidade do sistema. Isso ocorre porque qualquer deficiência ou pane do sistema pode ter sido causada por fatores externos, que estão fora do controle da empresa.

Diante disso, a utilização da disponibilidade como indicador de desempenho para os CSL necessita de análise específica, sendo esse o objetivo da pesquisa apresentada neste artigo.

### **3 Estudo de caso dos simuladores da aeronave A-29 da Força Aérea Brasileira**

A metodologia utilizada neste trabalho será a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso, a ser apresentado. Conforme Gil (2008, p. 50), “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.”. Por outro lado, “o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir seu conhecimento amplo e detalhado” (GIL, 2008, p. 57).

O estudo de caso deste artigo será uma análise dos simuladores da aeronave A-29 da Força Aérea Brasileira, com o escopo limitado ao Contrato de Suporte Logístico nº 11/PAMA-LS/2010, no período de 2010 a 2017. Esta seção descreverá o tipo de simulador, os locais onde se encontram, suas características técnicas e a importância do treinamento simulado nos esquadrões que possuem tais equipamentos. Em seguida, será descrito o modelo de CLS utilizado para manutenção desses simuladores e sua métrica de desempenho. Além disso, será apresentada a forma de coleta dos dados estatísticos do CLS, que embasará a avaliação da métrica de desempenho.



A Força Aérea Brasileira possui cinco simuladores da aeronave A-29, dos quais dois estão localizados em Natal - RN, um em Boa Vista - RR, um em Porto Velho - RO e um em Campo Grande – MS, sendo a maior frota de simuladores existente na FAB.

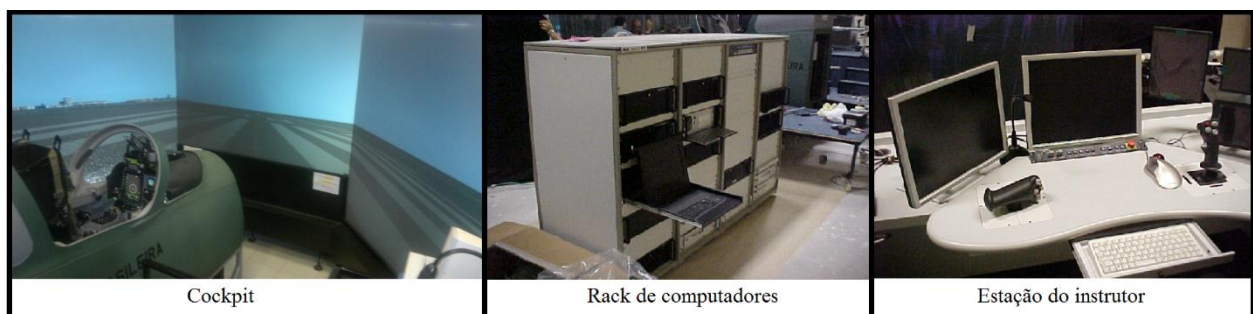
A finalidade desses equipamentos está descrita no documento de Implantação das aeronaves A-29 A/B na Força Aérea Brasileira (DCA 400-23): “equipamento destinado ao treinamento de equipagens, capaz de representar a cabine e os sistemas da aeronave, e de simular, com relativo grau de realidade, todos os tipos de voos previstos em sua operação, em condições diurnas e noturnas.” (BRASIL, 2005, p. 11).

Os simuladores de voo têm importância fundamental para incremento da segurança de voo. Além de possibilitarem o treinamento dos sistemas em condições normais, também possibilitam o treinamento em condições de emergência, que são de alto risco e difíceis de serem reproduzidas em um voo na aeronave. Além disso, esses equipamentos também permitem a reprodução de situações raras para os pilotos, que só seriam encontradas em um ambiente de guerra (ALLERTON, 2009).

No caso dos simuladores da aeronave A-29, além do incremento da segurança de voo, também há a vantagem associada à economia de recursos para a FAB, como apontado por Assis (2013), que calculou o índice *Cost Effectiveness Ratio* desses equipamentos, evidenciando que eles influenciaram positivamente na redução do custo de treinamento dos pilotos.

Os simuladores da aeronave A-29 podem ser classificados como *Flight Training Device* (FTD) ou treinadores. A diferença entre um *Flight Training Device* e um *Full Flight Simulator* (FFS) é que o primeiro não possui sistema de movimentação da plataforma (*motion system*), como é o caso dos FTD da aeronave A-29 (ASSIS, 2013). A figura 1 apresenta três fotos do simulador.

Figura 1 – Simulador da aeronave A-29 da Força Aérea Brasileira.



Fonte: os autores.

Conforme apresentado na figura 1, o simulador visualmente pode ser dividido entre o cockpit, o rack de computadores e a estação do instrutor, onde o instrutor controla a simulação que está sendo executada. Quanto aos equipamentos que o compõem, podem-se dividir em:

- Equipamentos de informática, como computadores, projetores, monitores e *switches*;
- Aviônicos reais (equipamentos iguais aos utilizados na aeronave), como MDP (*Mission and Display Processor*), CMFD (*Color Multifunction Display*) e manche;
- Aviônicos simulados (equipamentos que imitam os aviônicos da aeronave), como GPS (*Global Positioning System*), BFI (*Basic Flight Instrument*) e *Standby Attitude*.
- Equipamentos mecânicos, como o *Control Loading*, responsável por fornecer as forças de controle ao manche e pedais; e
- Placas de interface, que realizam a ligação entre os aviônicos reais e os computadores, com barramentos como ARINC-429.

A diversidade de equipamentos que compõem o simulador traz complexidade para a sua manutenção, exigindo expertise nas áreas de aeronáutica, mecânica, eletrônica e informática. Há ainda que se destacar que as panes que ocorrem no simulador podem ser advindas de falhas em um desses equipamentos ou erros do software que executa a simulação.

Dada a complexidade desse sistema, é fundamental uma estrutura de suporte logístico bem definida e multidisciplinar a fim de garantir a correta manutenção e disponibilidade dos equipamentos.

### 3.1 O Contrato de Suporte Logístico

A manutenção dos simuladores da aeronave A-29 durante o período de dezembro de 2010 a dezembro de 2017 foi realizada por meio do Contrato de Suporte Logístico nº 11/PAMA-LS/2010, firmado entre a Força Aérea Brasileira e a empresa AEL Sistemas (BRASIL, 2010). Tal contrato também contemplava a manutenção dos equipamentos eletrônicos da aeronave A-29, das bancadas de teste e das estações de solo (utilizadas para planejamento e *debriefing*), que não serão objetos deste estudo neste trabalho.

O CLS incluía manutenção nível parque (*Depot Level*) e nível intermediário (*Intermediate Level*), enquanto a manutenção nível organizacional (*Organizational Level*) era realizada pela FAB. Ou seja, a empresa contratada era responsável pelo reparo de componentes e troca de subcomponentes internos. Por outro lado, a FAB era responsável por retirar os

componentes avariados do simulador e instalar os componentes recebidos em bom estado, como projetores, CMFD, computadores, fontes, entre outros.

As atividades realizadas pela contratada eram divididas em cinco linhas principais:

- a) *On-Call Support*: os técnicos da contratada ficavam localizados na sede da empresa, em Porto Alegre, e forneciam suporte por telefone e e-mail aos esquadrões. Quando havia uma pane no simulador, um operador dos esquadrões criava um documento chamado Ficha de Reporte de Pane (FRP) e enviava via e-mail aos técnicos da empresa. A partir desse momento, os técnicos solicitavam a realização de testes para facilitar o diagnóstico da pane e/ou enviavam procedimentos para realizar a correção remotamente. Todos os procedimentos ficavam registrados na FRP, que era reenviada por e-mail sempre que havia uma atualização.
- b) Visitas de Assistência Técnica (VAT): o contrato previa a realização do total de 32 visitas anuais dos técnicos aos quatro esquadrões com simuladores da aeronave A-29. As visitas tinham como objetivo a realização de manutenção preventiva e a correção de panes que não pudessem ser sanadas por meio do *On-Call Support*. As visitas necessitavam de autorização do Fiscal do Contrato, que administrava a quantidade de VAT disponíveis para que não fossem realizadas em uma cadência tal que deixasse o final do contrato sem a possibilidade de realização de VAT.
- c) Reparo de equipamentos: a contratada era responsável por reparar em sua sede os equipamentos danificados ou enviá-los para reparo em empresas subcontratadas autorizadas.
- d) Gerenciamento de estoque: a contratada deveria gerenciar o estoque e adquirir o material necessário para que os simuladores atingissem a disponibilidade prevista em contrato. Dessa forma, a contratada deveria possuir estoque de material de consumo suficiente para repor aqueles que atingissem seu tempo limite de uso, como lâmpadas de projetores, além de possuir estoque de material reparável, a fim de utilizar esses itens para reposição imediata enquanto o item avariado estivesse em fase de reparo. Todo o estoque era mantido na sede da contratada, sendo enviado aos esquadrões apenas quando necessário, a fim de solucionar FRP.
- e) Transporte porta a porta: a contratada era responsável por realizar o transporte do material avariado dos esquadrões até sua sede e o transporte do material em bom estado no caminho inverso.

### 3.2 Métrica de desempenho utilizada no CLS nº 11/PAMA-LS/2010

O desempenho exigido para manutenção dos simuladores no CLS nº 11/PAMA-LS/2010 era a disponibilidade operacional de no mínimo 75% para cada simulador por semestre. O Contrato apresentava a seguinte definição:

- a. Os Simuladores e Estações de Solo serão considerados plenamente disponíveis enquanto os mesmos estiverem 100% operacionais não apresentando qualquer pendência já reportada por escrito.
  - b. Os Simuladores e Estações de Solo serão considerados parcialmente disponíveis quando os mesmos estiverem operando, porém, com existência de pendências reportadas pela Unidade Aérea e de conhecimento da CONTRATADA as quais dependem da remessa de componentes para que os mesmos voltem a operar com 100% de sua capacidade. [...] Os períodos de disponibilidade parcial passarão a ser contados como períodos de indisponibilidade somente após os prazos do item 3.6.4 abaixo. [...]
- 3.6.4. Prazo para solução das panes que ocasionam disponibilidade parcial:
- a. Problemas relacionados ao envio de peças de reposição provenientes do exterior – prazo máximo de solução de 3 meses.
  - b. Problemas relacionados a correção de outros itens – prazo máximo de solução de 1 (um) mês. (BRASIL, 2010, p. 8 e 9).

Dois pontos merecem destaque na citação apresentada. O primeiro deles é que as panes que causavam disponibilidade parcial só passavam a contar para métrica de desempenho após os prazos de 3 meses ou 1 mês, dependendo se o reparo do item era realizado no exterior ou não. Não havia nenhuma outra métrica que capturasse o desempenho da contratada na correção dessas panes antes do prazo estipulado, como será discutido mais adiante, na seção 4.3.

O segundo, e mais importante, é que há uma definição sobre os estados do simulador “plenamente disponível” e “parcialmente disponível”, mas não há uma definição clara e precisa para o estado “indisponível”. Poder-se-ia assumir que, quando o simulador não estivesse em nenhuma das condições estabelecidas para os dois primeiros estados, estaria indisponível. Contudo, é simples encontrar um caso que não se adequa a essa hipótese. Se o simulador estiver com uma pane de software, por exemplo, não estará plenamente disponível, pois não estará 100% operacional; também não estará parcialmente disponível, já que a solução da pane não depende da remessa de componentes; e também não estará indisponível, se a pane não impedir que a simulação ocorra.

No caso de aeronaves, a definição de indisponibilidade é facilitada pela existência do documento *Minimum Equipment List* (MEL), que estabelece uma lista de itens ou equipamentos que podem estar inoperantes por um período de tempo e permitir a realização do voo em certas condições de operação (*DEPARTMENT OF TRANSPORTATION*, 2009). Assim, na aviação, analisando se um equipamento em pane está de acordo com a MEL, é possível dizer se a aeronave está disponível para determinada missão.

Para os simuladores da aeronave A-29, não existe um documento semelhante. Além disso, após extensa pesquisa bibliográfica, não foi possível encontrar nenhuma referência que apresentasse uma MEL ou documento equivalente para simuladores.

Ademais, para reforçar a complexidade da definição da disponibilidade dos simuladores, será dado um exemplo. O FTD da aeronave A-29 possui três projetores que permitem que o piloto visualize o cenário visual durante o voo simulado. Supondo que o projetor da direita falhe, o piloto ainda poderá realizar o voo, porém com certa limitação da amplitude visual, já que ele não poderá ver o que está a sua direita. Considerando que o piloto utilize uma referência visual, como um prédio, para facilitar sua localização durante o pouso, e esse prédio esteja posicionado à direita da pista, a falha do projetor poderá atrapalhar a execução do pouso. Nesse caso, a princípio, não se pode dizer que o simulador estava indisponível, pois ele ainda estava operando. Contudo, a qualidade do treinamento foi degradada.

Em casos críticos hipotéticos, o simulador pode estar tão deficiente que seria melhor não utilizá-lo, ou seja, ele deveria ser considerado indisponível, mesmo que a pane não impedisse a realização do voo. Como exemplo, o manche do simulador pode estar descalibrado, forçando o piloto a realizar muito mais força no treinamento simulado do que no voo real. Repetindo esse procedimento por várias vezes, o piloto pode ficar condicionado a aplicar aquela força e cometer erros na aeronave.

Segundo Hancock *et al.* (2008), um simulador pode fornecer treinamento negativo, ou seja, sua utilização pode atrapalhar o desempenho dos pilotos em um voo real. Idealmente, seria interessante utilizar a medida da transferência de treinamento do simulador para optar por classificar o equipamento como disponível ou não. Contudo, conforme Roscoe (1971), essa medida é difícil de ser obtida e calculada, o que torna inviável sua aplicação na rotina de um CLS.

Além da complexidade no cálculo dos níveis de disponibilidade dos simuladores, a forma com que os dados de desempenho são registrados torna-se fundamental para a avaliação da métrica do CLS.

### **3.3 Registro de dados de desempenho do CLS nº 11/PAMA-LS/2010**

O registro dos dados de desempenho do Contrato nº 11/PAMA-LS/2010 era realizado por meio das Fichas de Reporte de Pane (FRP). A FRP era um arquivo “.doc” semelhante a um formulário, que circulava por e-mails, recebendo alterações por parte dos técnicos da empresa e dos operadores dos esquadrões, até que fosse fechada. Alguns campos constantes na FRP

eram: número da FRP (identificador sequencial e anual), data de abertura, data de fechamento e um campo para que os operadores informassem se o simulador estava parado ou não, com as opções “Sim” e “Não”. A FRP era considerada em aberto desde o momento em que era enviada à empresa até a solução da pane.

É importante destacar a correspondência utilizada entre os três possíveis estados previstos para o simulador no contrato (plenamente disponível, parcialmente disponível e indisponível) e o registro da FRP. Se não existia nenhuma FRP em aberto, o simulador estava disponível. Se existia alguma FRP em aberto com o campo “equipamento parado - sim”, o simulador estava indisponível. Em todos os outros casos, o simulador estava parcialmente disponível. Com essa abordagem, panes de software também poderiam causar a disponibilidade parcial, mesmo não estando relacionadas à necessidade de envio de peças.

Durante o período de 2010 e 2017, foram registradas 390 FRP para simuladores da aeronave A-29 no CLS. Dessas, 8 foram descartadas pelos autores, pois não estavam com o preenchimento correto (não tinham data de abertura ou fechamento). Das 382 FRP restantes, 325 reportavam simulador “não parado” e 57 simulador “parado”.

Na FRP não havia um campo específico para informar qual item do simulador estava causando a pane, sendo necessário abrir cada arquivo e ler as mensagens trocadas entre técnicos e operadores a fim de identificar a causa do problema.

Após o trabalho de compilação dos dados, foi possível analisar, sob a luz dos critérios definidos por Caplice e Sheffi (1994), a métrica do contrato.

#### **4 Avaliação da métrica utilizada no CLS nº 11/PAMA-LS/2010**

A fim de analisar a métrica de disponibilidade no CLS, utilizou-se, conforme dito anteriormente, os oito critérios definidos por Caplice e Sheffi (1994), bem como algumas estatísticas das FRP do CLS nº 11/PAMA-LS/2010 para suportar a análise.

##### **4.1 Validade**

Conforme quadro 1, uma métrica é válida se reflete a atividade que está sendo medida, impedindo a influência de fatores externos. No caso do CLS em análise, houve um fator externo que influenciou diretamente no desempenho da contratada, que foi o fato da manutenção nível organizacional ser responsabilidade da FAB.

Analisando os registros das FRP, verificou-se que, em alguns casos, a empresa solicitava que os operadores da FAB realizassem testes, a fim de diagnosticar a causa da pane, mas nem sempre os testes eram realizados de imediato, e o tempo de espera era computado como indisponibilidade. Além disso, certas vezes alguns equipamentos eram enviados pela empresa aos esquadrões para corrigir as panes, mas os operadores da FAB também não os instalavam de imediato. Novamente, o período de indisponibilidade era contabilizado, apesar de ser causado por uma atividade que não era de controle da empresa contratada.

A tabela 1 apresenta as estatísticas das FRP que causaram indisponibilidade em cada um dos cinco simuladores da aeronave A-29 durante os sete anos analisados do contrato. Os dados mostram, na média, o tempo gasto na instalação e no teste, que foi contabilizado como duração da pane e, conseqüentemente, impactou na métrica de disponibilidade alcançada pela empresa.

Tabela 1 – Tempo médio gasto na instalação e no teste de FRP com indisponibilidade.

<b>Simulador</b>	<b>Quantidade de FRP com indisponibilidade</b>	<b>Média do tempo de instalação contado como indisponibilidade (em dias)</b>	<b>Média do tempo de teste contado como indisponibilidade (em dias)</b>
BOA VISTA	16	3,125	0
CAMPO GRANDE	9	0	0,444
NATAL 1	10	1,500	0,400
NATAL 2	9	1,222	0
PORTO VELHO	13	0	0

Fonte: os autores.

Portanto, conforme dados apresentados na tabela 1, no pior caso, para o simulador de Boa Vista, em média foram gastos 3,125 dias para instalação do equipamento que resolvia a FRP. Tal tempo foi contabilizado como indisponibilidade do simulador, apesar da instalação não ser de controle da empresa contratada. Esses dados ressaltam a deficiência do critério de validade na métrica analisada.

## 4.2 Robustez

De acordo com a definição apresentada no quadro 1, uma métrica robusta é aquela que é interpretada similarmente por seus usuários, sendo comparável em tempo, local e organização. Para analisar a robustez no estudo de caso, foram levantados os dados de FRP cuja causa da pane era motivada pelo mesmo item. A partir daí, as descrições das FRP foram verificadas,

buscando panes similares ou iguais, que tiveram a métrica de disponibilidade interpretada de forma diferente por diferentes usuários. Assim, o quadro 3 exibe alguns exemplos encontrados, para FRP causadas pelos itens GPS, software e projetor.

Quadro 3 – Exemplos de FRP para análise da robustez da métrica de disponibilidade.

<b>Item: GPS</b>					
<b>Ano</b>	<b>Nº da FRP</b>	<b>Simulador</b>	<b>Equipamento parado?</b>	<b>Duração da FRP</b>	<b>Descrição</b>
2017	169	NATAL 1	NÃO	121	Simulador 1, o GPS não está funcionando.
2017	124	NATAL 2	NÃO	77	Simulador 2, o GPS não está funcionando.
2016	12	BOA VISTA	SIM	9	O GPS do simulador encontra-se indisponível.
2013	9	PORTO VELHO	NÃO	39	O GPS não está ligando, porém no avião indica como se ele estivesse funcionando.
<b>Item: Software - Calibração da Manete</b>					
<b>Ano</b>	<b>Nº da FRP</b>	<b>Simulador</b>	<b>Equipamento parado?</b>	<b>Duração da FRP</b>	<b>Descrição</b>
2015	157	BOA VISTA	NÃO	27	A manete de potência do simulador encontra-se desregulada.
2015	55	PORTO VELHO	NÃO	20	A manete necessita calibração.
2014	110	NATAL 1	SIM	15	A manete está atuando de modo deficiente.
<b>Item: Projetor</b>					
<b>Ano</b>	<b>Nº da FRP</b>	<b>Simulador</b>	<b>Equipamento parado?</b>	<b>Duração da FRP</b>	<b>Descrição</b>
2016	8	BOA VISTA	SIM	9	O projetor da tela lateral esquerda queimou.
2015	163	BOA VISTA	NÃO	28	O projetor da tela lateral esquerda [PDH9A04525000] está, aparentemente, queimado.

Fonte: os autores.

Analisando inicialmente as FRP devido ao GPS inoperante, verificou-se que apenas no simulador de Boa Vista a pane foi assinalada com indisponibilidade (“equipamento parado”). Nas demais localidades, o entendimento foi diferente e o simulador foi mantido disponível.

O mesmo ocorre na análise das FRP devido à calibração da manete. Nesse caso, a indisponibilidade só foi assinalada para o simulador 1 de Natal, diferentemente dos demais operadores.



Tal diferença de entendimento também ocorreu em uma mesma localidade, em épocas distintas do contrato. Em Boa Vista, por exemplo, houve FRP referente a projetor esquerdo queimado, assinalada com indisponibilidade em 2016, e outra FRP com a mesma causa em 2015, com um entendimento diferente. Uma possível troca de operadores naquela localidade pode ser o motivo que ocasionou essa mudança.

Dessa forma, verifica-se que a métrica não é entendida de forma similar por seus usuários, seja considerando diferentes locais seja diferentes períodos. Além disso, todos esses exemplos ressaltam a dificuldade de definição de disponibilidade para simuladores de voo.

### **4.3 Utilidade**

Conforme Caplice e Sheffi (1994), uma métrica útil é aquela que é prontamente entendida pelo decisor e orienta a ação ou direção a ser seguida. Como foi mencionado anteriormente, o CLS analisado definia que a disponibilidade parcial não resolvida após 3 meses ou 1 mês seria considerada como indisponibilidade, dependendo se o reparo do item era realizado no exterior ou não.

Dessa forma, no estudo de caso em questão, poderia ocorrer de um simulador ficar com disponibilidade parcial por um período tão longo, que ele era considerado indisponível para efeito de cálculo da métrica. Se a pane que causava a disponibilidade parcial levava muito tempo para ser corrigida (mais de três meses), o simulador era considerado indisponível, apesar de continuar sendo usado para treinamento sem nenhuma necessidade de interrupção.

Do ponto de vista do decisor, como uma autoridade da FAB, não era natural observar um percentual de disponibilidade baixo em um período no qual o simulador sempre esteve em uso. Se o simulador estivesse realmente indisponível, a autoridade poderia optar por tomar ações como deslocar os pilotos para outra localidade, a fim de não interromper o treinamento. Contudo, talvez essa não seria a melhor ação, considerando a disponibilidade parcial. Dessa forma, percebe-se que algumas definições existentes no contrato prejudicam a utilidade da métrica em questão.

### **4.4 Integração**

Uma métrica integrativa é aquela que inclui todos os aspectos relevantes do processo e promove coordenação entre funções e divisões. De modo geral, pode se dizer que a métrica de disponibilidade atende a esse critério, pois ela é capaz de capturar de forma integrada todas as

---

atividades realizadas pela contratada: *on-call support*, visitas de assistência técnica, reparo de equipamentos, gerenciamento de estoque e transporte porta a porta.

Se a empresa contratada não provesses algum desses serviços de forma satisfatória, o índice obtido para a métrica era penalizado. Por exemplo, se o transporte de uma peça atrasasse, e essa peça fosse a responsável por solucionar uma pane que causava indisponibilidade no simulador, o valor da disponibilidade alcançada pela empresa seria menor. Todos os demais serviços também poderiam interferir no desempenho alcançado, o que mostra a característica de integração presente na métrica.

#### **4.5 Economia**

Uma métrica econômica é aquela em que o benefício de seu uso supera os custos com aquisição de dados e análise. Ainda de acordo com Caplice e Sheffi (1994), essa avaliação está mais relacionada a uma questão de julgamento do que a uma comparação estrita de custo-benefício.

Por ser um critério subjetivo, não será feita análise quantitativa a fim de responder se a métrica do estudo de caso satisfaz o critério de economia ou não. Será apenas detalhado o custo de aquisição de dados envolvido.

Para cálculo da disponibilidade semestral de cada simulador, era necessário avaliar todas as FRP que eram fechadas durante o semestre e também todas aquelas que permaneciam abertas no fim do período. Dentre elas, poderiam estar incluídas FRP antigas, abertas em semestres anteriores.

Para cada uma das panes que causavam indisponibilidade no simulador, sua duração dentro do semestre era contabilizada, e, para panes que causavam disponibilidade parcial, a duração só deveria ser contada após 3 meses ou 1 mês, conforme o caso. Ainda era necessário saber se a pane envolvia reparo no exterior ou não, informação que não constava no formulário da FRP.

Vale ressaltar que o registro da FRP era em um arquivo “.doc”, constantemente atualizado por operadores da FAB e técnicos da empresa, o que também exigia um controle de versão para que nenhuma atualização fosse perdida.

Portanto, percebe-se que a aquisição e a análise de dados requeriam elevado esforço, tanto que havia uma equipe dedicada exclusivamente a esse trabalho, a Comissão de Recebimento (COMREC).

Vale destacar que o alto custo apresentado pode não ser diretamente relacionado à métrica, mas à forma como as panes eram registradas. Por esse motivo, em 2018, um sistema online para registro de panes foi implantado, chamado Portal de Simuladores, que realiza automaticamente os cálculos necessários para atender às métricas utilizadas nos CLS firmados a partir do mesmo ano.

#### **4.6 Compatibilidade**

Conforme Caplice e Sheffi (1994), uma métrica é compatível se não é necessário nenhum trabalho adicional para implantá-la e usá-la. No estudo de caso apresentado, pode se dizer que a métrica utilizada não foi compatível com o sistema de gerenciamento logístico utilizado por toda a Força Aérea (SILOMS). O SILOMS apresenta a disponibilidade de equipamentos, como aeronaves, mas não satisfaz as definições existentes no contrato. Por exemplo, o SILOMS não é capaz de tratar uma pane de disponibilidade parcial como indisponibilidade após o prazo de 3 meses ou 1 mês, conforme o caso.

Dessa forma, para implantação da métrica, foi necessário criar as FRP e realizar o trabalho de compilação das FRP, o que mostra a falta de compatibilidade com os sistemas e fluxos de informação existentes na Força Aérea Brasileira.

#### **4.7 Nível de detalhe**

De acordo com Caplice e Sheffi (1994, p. 16), “uma métrica tem o correto nível de detalhe se captura e reporta os dados em um nível de agregação e granulação que seja útil ao tomador de decisão”.

Quanto à métrica do estudo de caso, como foi dito anteriormente, existem apenas três estados possíveis para o simulador (plenamente disponível, parcialmente disponível e indisponível). Com essa granularidade, um simulador parcialmente disponível com uma única pane é visto pelo decisor da mesma forma como um simulador parcialmente disponível que possui várias delas.

Contudo, seria importante que um simulador com mais panes e/ou panes mais críticas fosse tratado de forma mais rápida a fim de evitar que ele continuasse a ser usado com baixa qualidade de treinamento ou treinamento negativo. Para tal, seria necessária a aplicação de uma métrica com nível de detalhe mais alto.

#### 4.8 Solidez de comportamento

De acordo com a definição do quadro 1, uma métrica possui solidez de comportamento se ela minimiza incentivos para atos contraproducentes ou de má fé. Para analisar esse critério, serão exibidas as estatísticas de duração das panes que levaram o simulador aos estados indisponível e parcialmente disponível entre 2010 e 2017. As tabelas 2 e 3 mostram os sete itens que mais causaram panes de cada tipo, com o número de ocorrências daquele item e a duração média da FRP, em dias.

Tabela 2 – Itens que mais causaram panes com o simulador indisponível.

<b>Item</b>	<b>Quantidade de FRP</b>	<b>Duração média da FRP (dias)</b>
Projektor	10	18,60
Lâmpada de projetor	6	10,83
<i>Control Loading</i> - Amplificador	5	11,40
Software	4	9,00
Computador IOS 1	3	10,00
Computador IOS 2	3	4,00
<i>Control Loading</i> - Fonte	3	20,67
<b>Duração média geral</b>		<b>12,07</b>

Fonte: os autores.

Tabela 3 – Itens que mais causaram panes com o simulador parcialmente disponível.

<b>Item</b>	<b>Quantidade de FRP</b>	<b>Duração média da FRP (dias)</b>
Luzes	47	43,94
Software	34	54,56
Projektor	32	26,16
Lâmpada de projetor	23	24,48
GPS	13	188,31
Repeater CMFD	10	36,70
MDP	8	54,13
<b>Duração média geral</b>		<b>61,18</b>

Fonte: os autores.

A partir das tabelas 2 e 3, verifica-se que as FRP assinaladas pelos operadores como simulador parado (indisponível) tiveram duração média aproximadamente cinco vezes menor do que as FRP assinaladas pelos operadores como simulador não parado (parcialmente disponível). Ou seja, a solução da empresa foi muito mais rápida para fichas de panes que causaram indisponibilidade. Ainda é interessante observar que alguns itens aparecem tanto na

tabela 2 como na tabela 3, apresentando tempos médios de resolução de pane diferentes em cada tabela, sendo eles: projetor, lâmpada de projetor e software.

Tais fatos podem sugerir que as panes que não causaram indisponibilidade não eram tratadas com a rapidez factível pela contratada, já que essas panes só impactavam na métrica de desempenho após 3 meses ou 1 mês, conforme discorrido na seção 3.2. Ou seja, a métrica utilizada favoreceu atos realizados pela empresa contrários ao objetivo principal do CLS, que é a manutenção dos simuladores nas melhores condições possíveis.

#### **4.9 Síntese da Avaliação e Propostas de Melhoria**

Após a avaliação realizada seguindo o *framework* de Caplice e Sheffi (1994), um aspecto que chama a atenção é que, dos oito critérios analisados, apenas um se mostrou presente de forma relevante na métrica de disponibilidade do contrato estudado. Tal critério foi a integração, que mostra que a métrica captura todos os aspectos relevantes do processo.

Em relação aos demais critérios, foi possível observar que alguns deles não foram contemplados pela definição de disponibilidade existente no contrato, que apresenta alguns pontos críticos, conforme mencionado na seção 3.2.

Outros critérios não foram observados pela necessidade de adição de outras métricas para compor a avaliação do desempenho contratual. Por exemplo, o critério de integração, que foi bem observado, apresenta um *trade-off* com a utilidade, conforme apontado por Caplice e Sheffi (1994). Uma métrica com a característica de integração promove a coordenação entre as diferentes funções e processos e, portanto, é deficiente em direcionar os decisores na ação a ser seguida. Dessa forma, para que a utilidade fosse observada, seria necessário acrescentar outras métricas para compor o desempenho.

Assim, algumas linhas de ação podem ser sugeridas para melhoria das métricas de desempenho nos próximos contratos, a fim de cobrir todos os critérios relevantes e prover um suporte logístico com maior qualidade. A primeira sugestão é a definição precisa da disponibilidade total, parcial e indisponibilidade, com a criação de um documento semelhante à MEL para os simuladores da aeronave A-29. Com essa definição, o problema relacionado à robustez da métrica estaria resolvido, já que todos os usuários teriam um parâmetro objetivo para definir o estado do simulador, ou seja, a métrica seria interpretada de forma similar por todos.

A segunda sugestão seria criar métricas para diferenciar a disponibilidade parcial da total. Nesse sentido, é interessante observar o quadro 02, que apresenta as métricas “capacidade

parcial de missões por suprimento” e “incapacidade total de missões por suprimento”. Segundo Boito, Cook e Graser (2009, p. 36), a primeira pode ser definida como o “percentual do tempo em que uma aeronave pode voar pelo menos uma, mas não todas as suas missões, por razões atribuídas ao suprimento”, e a segunda, como “percentual do tempo em que uma aeronave está no solo e não pode voar nenhuma das suas missões, por razões atribuídas ao suprimento”. Tais métricas podem ser adaptadas para a área de simuladores, com a ressalva de que as panes causadas por software também podem afetar a realização de missões e não estão relacionadas ao suprimento. Nesse caso, os indicadores poderiam ser “capacidade parcial de missões” e “incapacidade total de missões”, cada um com um percentual a ser alcançado. Assim, os problemas apontados na seção 4.3, em relação ao critério de utilidade, estariam solucionados.

Outra sugestão seria adicionar um indicador que pudesse capturar o desempenho da empresa, livre de fatores externos. O quadro 2 também apresenta uma boa sugestão nesse sentido, que é o tempo de retorno do reparo (*repair turnaround time*). Nesse caso, o desempenho da empresa é medido pelo tempo desde a saída do item defeituoso do esquadrão até o retorno do item em bom estado, descartando o tempo gasto com atividades orgânicas, como instalação e teste. Poderiam ser definidos diferentes valores metas para o tempo de retorno do reparo, sendo um valor para cada equipamento, conforme sua criticidade para realização das missões. Com essa nova métrica, os critérios de validade, nível de detalhe e solidez de comportamento também estariam contemplados.

Vale destacar que a implantação do sistema Portal de Simuladores, realizada na FAB em 2018, já assegura que as métricas sugeridas de “capacidade parcial de missões”, “incapacidade total de missões” e “tempo de retorno do reparo” sejam condizentes com os critérios de economia e compatibilidade. O Portal de Simuladores é compatível com todas as métricas sugeridas e permite que a aquisição e análise de dados seja feita de forma econômica.

Por fim, destaca-se que as sugestões apresentadas foram baseadas nas informações extraídas do estudo de caso dos simuladores da aeronave A-29 da Força Aérea Brasileira. Contudo, os outros simuladores de voo da FAB apresentam características técnicas semelhantes, além de também não terem a definição precisa da disponibilidade, em um documento semelhante à MEL. Dessa forma, considera-se que essas sugestões também possam ser aplicadas nos demais projetos de simuladores de voo da FAB, com suas devidas adaptações.

Além disso, espera-se que este artigo apresente direções a serem seguidas por outras pesquisas na área de logística para simuladores de voo, inclusive de outras Forças Armadas, já que essa área carece de referências bibliográficas. Novos estudos podem ser realizados no

sentido de verificar se as métricas sugeridas trariam melhorias aos Contratos de Suporte Logísticos desses sistemas.

## 5 Considerações finais

Neste momento, é importante retomar o objetivo do trabalho, que é avaliar a aplicabilidade da métrica de disponibilidade no suporte logístico dos simuladores da aeronave A-29. Para tal, a metodologia utilizada foi pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A revisão da literatura apontou o *framework* desenvolvido por Caplice e Sheffi (1994) para avaliação de métricas logísticas segundo oito critérios, o qual serviu como base para o trabalho. Em seguida, aplicou-se o *framework* aos dados do estudo de caso dos simuladores da aeronave A-29, demonstrando as deficiências existentes na métrica de disponibilidade. Dessa forma, foi possível avaliar a referida métrica, alcançando o objetivo pretendido.

Concluiu-se que apenas um dos oito critérios se mostrou presente de forma relevante na métrica, que é a integração. Ou seja, a disponibilidade foi considerada deficiente na maioria dos critérios analisados, sugerindo a importância da adição de novas métricas ou a substituição da existente para melhoria do suporte logístico nos próximos contratos.

Ademais, a aplicação do *framework* permitiu inferir possíveis linhas de ação. A primeira delas é definir de forma precisa a disponibilidade total, parcial e indisponibilidade dos simuladores da aeronave A-29, com a criação de um documento semelhante à MEL. A segunda é adicionar outras métricas ao contrato, sendo sugerido: “capacidade parcial de missões”, “incapacidade total de missões” e “tempo de retorno do reparo”.

Este trabalho demanda um maior aprofundamento para que possa ser estendido a outros simuladores de voo, tanto da Força Aérea Brasileira, como de outras organizações. Além disso, seria interessante que novos estudos fossem conduzidos no sentido de verificar se as sugestões propostas trariam melhorias aos Contratos de Suporte Logísticos desses equipamentos.

---

### Referências Bibliográficas

- ALLERTON, D. **Principles of flight simulation**. Chichester: John Wiley & Sons, 2009.
- ASSIS, S. R. **O Simulador de Voo nos Esquadrões da Aeronave A-29 Super Tucano da Força Aérea Brasileira**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Especialização). Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, Rio de Janeiro, 2013.
- BEAMON, B. M. Measuring supply chain performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 3, p. 275-292, 1999.
- BLANCHARD, B.S. **Logistics Engineering and Management**. 6. ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2014.
- BOITO, M.; COOK, C. R.; GRASER, J. C. **Contractor logistics support in the US Air Force**. RAND Corporation, Santa Monica, CA, 2009.
- BRASIL. Estado-Maior da Aeronáutica. **DCA 400-23: Implantação das aeronaves A-29 A/B na Força Aérea Brasileira**. Brasília, 2005. Confidencial.
- \_\_\_\_\_. Comando Geral de Apoio. **NSCA 7-6: Atribuições específicas para os Centros de Computação da Aeronáutica (CCA)**. Rio de Janeiro, 2016.
- \_\_\_\_\_. Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa. **Contrato de Despesa nº 11/PAMA-LS/2010**. Lagoa Santa, 2010.
- CAPLICE, C.; SHEFFI, Y. A review and evaluation of logistics metrics. **The International Journal of Logistics Management**, Cambridge, MA, v. 5, n. 2, p. 11-28, 1994.
- DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. Federal Aviation Administration. **Master Minimum Equipment List – DC-9 Revision 38A**. Washington, D.C., 2009. Disponível em: <<http://fsims.faa.gov/wdocs/mmml/dc-9%20r38a.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2018.
- GANSLER, J. S.; LUCYSHYN, W. **Evaluation of performance-based logistics**. Calhoun: The NPS Institutional Archive. Naval Postgraduate School, Monterey, CA, 2006.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GRIFFIN, W. The future of integrated supply chain management utilizing performance based logistics. **Defense Acquisition Review Journal**, Arlington, WA, v. 15, n. 1, p. 3-18, 2008.
- GUNASEKARAN, A.; KOBU, B. Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: a review of recent literature (1995–2004) for research and applications. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 12, p. 2819-2840, 2007.
- HANCOCK, P. A. *et al.* **Human factors in simulation and training**. Boca Raton: CRC Press, 2008.
- KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. **A estratégia em ação: balanced scorecard**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.



LOPES, J. C. *et al.* Optimization in performance-based logistics contracts. In: 2017 IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace) **Proceedings** [...]. Pádua: IEEE Xplore database, 2017. p. 413-418.

MILLIKIN, P. K. **How Can A Marine Aviation Logistics Squadron Be Measured For Effectiveness**. Naval Postgraduate School. Monterey, CA, 2016.

MUIR, W. A.; GRIFFIS, S. E.; WHIPPLE, J. M. A Simulation Model Of Multi-Echelon Retail Inventory With Cross-Channel Product Returns. **Journal of Business Logistics**, 2019.

NG, I. *et al.* **Complex engineering service systems**. Londres: Springer, 2011.

OPENSHAW, S. T. **Performance Based Logistics: A Path to Reduced Reliance on Contractor Technical Support for Weapon Systems in the Field**. Civilian Research Project - US Army War College, Carlisle Barracks, PA, 2006.

PINTO, D. G. F. **Development of a Risk Management Model to Enhance Freedom of Action via the improvement of robustness in the Military Combat Aviation Logistics Support System Involving International Outsourcing**. 2015. Dissertação (Mestrado). Cranfield University, Cranfield, 2015.

RICHARDSON, D.; JACOPINO, A. Use of R&M measures in Australian defence aerospace performance based contracts. In: Reliability and Maintainability Symposium, 2006, Califórnia. **Proceedings**[...]. Califórnia: IEEE Xplore database, 2006. p. 331-336.

ROSCOE, S. N. **Incremental Transfer Effectiveness**. Institute of Aviation, University of Illinois at Urbana-Champaign Savoy, Illinois, 1971.

## **Evaluation of availability metric for the logistic support of A-29 flight simulators of Brazilian Air Force**

### **Abstract**

This paper presents an analysis of the use of the availability metric as a performance index in the provision of Contractor Logistics Support (CLS) for Brazilian Air Force (FAB) A-29 flight simulators. This approach is justified because choosing appropriate metrics to measure the performance of the CLS can increase the quality of the support provided, bringing higher equipment availability and providing better training for the pilots. This purpose will be fulfilled using the framework developed by Caplice and Sheffi (1994) for evaluation of logistics metrics. The methodology consist of bibliographical review and case analysis. The case considered the CLS historical data of FAB A-29 flight simulators, from 2010 to 2017. The research demonstrated that the use of simulator availability to evaluate the performance of the CLS was deficient in seven out of eight criteria presented by the framework. In this way, the research evidenced the importance of using complementary metrics and/or replacing the existing one to improve performance evaluation in future contracts, in order to provide a better logistics support. Finally, the work presented suggestions of suitable metrics to address the deficiencies found during the application of the framework, among them: "partially mission capacity", "not mission capable" and "repair turnaround time".

**Keywords:** Flight Simulator. Contractor Logistics Support. Performance Metric.