



INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL

Asas de Uma Indústria Forte

REVISTA

FOMENTO AEROESPACIAL

N.º 01 - Vol. 01 - AGO/2022



FORÇA AÉREA BRASILEIRA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL



PRESIDENTE

Jair Messias Bolsonaro



MINISTRO DA DEFESA

General de Exército Paulo Sérgio Nogueira de Oliveira

COMANDANTE DA AERONÁUTICA

Tenente-Brigadeiro do Ar Carlos de Almeida Baptista Junior

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL

DIRETOR-GERAL

Tenente-Brigadeiro do Ar Maurício Augusto Silveira de Medeiros

INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL

DIRETOR

Coronel Aviador Luiz Marcelo Terdulino De Brito

EQUIPE DE COORDENAÇÃO E EDITORAÇÃO

Coronel Aviador Luiz Marcelo Terdulino De Brito

Tenente-Coronel Aviador Gustavo Borges Basílio

Tecnologista Willian Limonge

Analista em C&T Alexandre Toler Russo

Assistente em C&T Tais Destro Otero

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Assistente em C&T Tais Destro Otero

ILUSTRAÇÃO E IMAGENS

CECOMSAER

<https://www.flickr.com/photos/portalfab>

IMPRESSÃO



DISTRIBUIÇÃO

Instituto de Fomento e Coordenação Industrial

CONTATO

Assessoria de Comunicação Social do IFI

 (12) 3947-7152 / 7124

 <http://www.ifi.dcta.mil.br>

Catálogo na publicação elaborada por:
Bibliotecária Maralyza Pinheiro Martins CRB: SP-10605/0

Revista Fomento Aeroespacial / Instituto de Fomento e
Coordenação Industrial. Vol. 1 n. 1 (ago. 2022).
São José dos Campos: IFI, 2022

Anual

ISSN: 2764-7668

1. Gestão 2. Desenvolvimento Industrial 3. Metrologia
Aeroespacial 4. Certificação. I. Instituto de Fomento e
Coordenação Industrial.

CDU: 389.16



Instituto de Fomento e Coordenação Industrial

Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias
São José dos Campos-SP - Brasil / Cep: 12.228-901



Foto: Sgt. Bianca / Força Aérea Brasileira



Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial



AUTORES DOS ARTIGOS

ÁREA: GESTÃO

Tecnologista Willian Limonge

Analista em C&T Maria Célia Hasmann Coelho

ÁREA: DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL

Tenente-Coronel Int Rodrigo Antônio Silveira dos Santos

Major Esp Alexander de Mello Lima

Tenente QOCon Oderlei Ferreira dos Santos

Sargento BMA Vinícius Rosa Máximo

ÁREA: METROLOGIA AEROESPACIAL

Tecnologista Cesar Augusto Botura

Tecnologista Michelly Karoline Alves Santana

Sargento BET Bruno Felipe Américo Commodo

Técnico Antonio Carlos dos Santos Junior

ÁREA: CERTIFICAÇÃO

Capitão Daniele Clarindo Amorim

Capitão-Tenente Alexandre Alli Pereira (Marinha do Brasil)



Sumário

EDITORIAL

GESTÃO

- 06 A Autoridade Técnica de Aeronavegabilidade Militar Brasileira e a sua Demanda por Gestão do Conhecimento.
- 18 Planejamento, Gestão e Governança no IFI.

DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL

- 26 Uma proposta de Indicadores de Desempenho para o Monitoramento e Avaliação das Atividades de Compensação (*Offset*) no Comando da Aeronáutica.
- 38 Sistema Integrado de Fomento à Indústria Aeroespacial - SIFIAer.

METROLOGIA AEROESPACIAL

- 54 Implementação do Projeto RRVG - Rastreabilidade Remota Via GPS para Grandezas de Tempo e Frequência.
- 60 Técnicas Gerais de Laboratórios e Sistema de Instrumentação: Automatização do Processo de Calibração de Calibradores de Multifunção.
- 70 Fortalecimento do Processo de Auditorias Metrológicas: Um Projeto para o SISMETRA.

CERTIFICAÇÃO

- 76 O Credenciamento de Organizações de Projeto.
- 82 O Planejamento e a Tomada de Decisão em Ensaio Complexos.

Palavras do Diretor-Geral do DCTA

Poucas são as Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) que tanto contribuem para uma indústria aeroespacial forte como o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI). O IFI faz parte da estrutura do complexo científico-tecnológico do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

O fomento à indústria fez-se presente desde o início da estruturação de nossas empresas, apoiando o rápido amadurecimento de notáveis projetos nacionais. A missão do IFI de prestar serviços técnicos e realizar pesquisa industrial básica nas áreas de normalização, metrologia, certificação e coordenação industrial tem dinamizado e estimulado o desenvolvimento industrial de ponta no país, em especial no cluster aeroespacial de São José dos Campos/SP.

Grandes projetos do COMAER, como KC-390, F-39, E-99M, T-27M, EC-725, IFF Modo 4, LINK-BR2, VLM e Constelação de Satélites de Sensoriamento Lessônia, só para citar os mais recentes, dão mostra da extensão e complexidade do trabalho aqui desenvolvido por homens e mulheres comprometidos em ser as “Asas de Uma Indústria Forte”, contribuindo com sua parcela para o cumprimento da missão institucional do DCTA e, por conseguinte, do COMAER.

A capacidade de planejamento e gestão do Instituto, alinhada à implementação de projetos de vanguarda como o Sistema Integrado de Fomento à Indústria Aeroespacial (SIFIAer), o qual permite uma análise estratégica das capacidades e potenciais tecnológicos de nossa indústria, o Projeto RRVG – Rastreabilidade Remota via GPS, que otimiza o processo de calibração para grandezas de tempo e frequência, em apoio ao Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA), assim como o Processo de Credenciamento de Organizações de Projeto, que certifica Sistemas de Garantia de Projeto (SGP), contribuem para a consolidação e reconhecimento do IFI como Autoridade Técnica de aeronavegabilidade militar brasileira, bem como uma organização de referência internacional para o fomento do complexo científico-tecnológico aeroespacial brasileiro.

Desse modo, em nome do efetivo do DCTA, manifesto aqui os meus mais sinceros agradecimentos aos servidores civis e militares do IFI, do hoje e de sempre, pelo trabalho de excelência realizado diuturnamente em prol da Força Aérea Brasileira e da indústria nacional.



A handwritten signature in black ink, which appears to be "Maurício", written in a cursive style.

Ten Brig Ar Maurício Augusto Silveira de Medeiros

Palavras do Diretor do IFI

O Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), Organização Militar do DCTA, é uma instituição de excelência em Tecnologia Industrial Básica, um ramo essencial da Ciência & Tecnologia.

Por isso, passados 50 anos de sua criação, o IFI tornou-se referência em suas áreas de atuação.

Sua credibilidade é reconhecida nacional e internacionalmente, o que ratifica, de modo inequívoco, o caráter de Estado exercido pelo Comando da Aeronáutica (COMAER).

Tal status só foi possível de ser atingido em virtude de seu capital mais precioso: SEUS PROFISSIONAIS.

Atuando nas áreas de Normalização, Metrologia, Certificação e Coordenação Industrial, são os profissionais do IFI que, “embarcados” em seus laboratórios e escritórios, dão asas ao desenvolvimento das soluções científico-tecnológicas que garantem a soberania do espaço aéreo e a integração do território nacional de forma perene.

Sem dúvidas é uma publicação que merece ser devidamente “rastreada” para consultas por profissionais e acadêmicos do setor aeroespacial.



Luiz Marcelo Terdulino De Brito - Cel Av

Para esse time de alto desempenho atingir sua máxima performance, é necessária uma equipe de apoio bem orquestrada, capacitada e trabalhando de forma matricial e sinérgica. Isso só é possível de ser conquistado atuando-se de forma diligente em Governança e Gestão, perseguindo processos cada vez mais eficientes.

Inspirado em umas das modalidades de Gestão do Conhecimento, bem como no sentido de divulgar iniciativas inovadoras genuinamente desenvolvidas no IFI, tenho a honra de apresentar a Revista Fomento Aeroespacial. Ela possui artigos selecionados, escritos por notórios profissionais e está dividida nas áreas técnicas e administrativas de destaque do IFI.





ÁREA: GESTÃO
(Gestão do Conhecimento)

A AUTORIDADE TÉCNICA DE AERONAVEGABILIDADE MILITAR BRASILEIRA E A SUA DEMANDA POR GESTÃO DO CONHECIMENTO

Autor: Willian Limonge

Tecnologista Engenheiro MSc

Setor no IFI: Coordenadoria de Gestão do Conhecimento

limongewl@fab.mil.br

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo o estabelecimento de foco na aplicação da Gestão do Conhecimento (GC), de maneira estruturada e formal, à atividade da Autoridade Técnica de Aeronavegabilidade Militar Brasileira (ATAM). Sua importância está relacionada à identificação de demandas da ATAM por essa gestão, as quais sugerem que essa gestão deva ser realizada com excelência. A metodologia empregada utiliza, além de pesquisa documental e pesquisa bibliográfica, descrições de alto nível e em profundidade adequada, elaboradas por especialista em aeronavegabilidade, sobre as práticas verificadas na atividade da ATAM. Os comentários finais sugerem que a excelência na prática da GC a ser realizada pela ATAM é fundamental, e deve ser realizada de maneira estruturada e formal, com foco na especialização acelerada de seus profissionais impactando, principalmente, na evolução da aeronavegabilidade (segurança de voo) e, adicionalmente, na capacidade de cumprimento de missões das frotas de aeronaves militares brasileiras. Este trabalho apresenta uma pesquisa parcial e uma proposta baseada em dados limitados.

Palavras-chave: Aeronavegabilidade militar; Gestão do conhecimento; Certificação de tipo militar; Certificação de aeronavegabilidade militar; Aeronavegabilidade continuada.

1. INTRODUÇÃO

A definição aplicável à aeronavegabilidade, como utilizada neste trabalho, com foco em produto aeronáutico militar, é: “a característica de um produto aeronáutico, o qual seja e esteja adequado para voar dentro de níveis de segurança aceitáveis”.

Inicia-se a abordagem a esse tema destacando-se que um marco na evolução das tratativas sobre aeronavegabilidade militar no Brasil, particularmente no Comando da Aeronáutica (COMAER), ocorreu por conta do Acordo Brasil – Itália, para desenvolvimento da aeronave A-MX (aeronave de ataque ar-superfície). Nesse contexto, em 1983, foi criada uma Divisão dentro do

Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) para homologação de produtos aeronáuticos militares, os quais passaram a equipar as frotas brasileira e italiana, obedecendo ao mesmo rigor de qualidade em sua fabricação, nas duas nações (GOMES, 1998 e SOUZA, 2005).

Desde então, registra-se uma demanda crescente por serviços técnicos especializados em aeronavegabilidade de aeronaves militares, chegando-se atualmente à execução, pelo IFI, como Autoridade Técnica de Aeronavegabilidade Militar Brasileira (ATAM), em parceria com a Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC – Autoridade Civil), de um processo de Certificação de Tipo Militar (KC-390), um dos mais complexos no universo da aeronavegabilidade militar, considerando-se as práticas observadas em cenário internacional.

Depreende-se deste relato, a grande evolução obtida pelo IFI, COMAER, e mesmo pelo Brasil, no domínio de conhecimentos relacionados à prestação de serviços técnicos especializados na área de aeronavegabilidade de aeronaves militares.

Reconhecendo a importância dessa evolução, o objetivo deste trabalho é a identificação das principais demandas por gestão estruturada e formal de conhecimento, considerada a atividade da ATAM. O desdobramento deste trabalho visa o estabelecimento de foco para a aplicação da GC nesta atividade e, ao mesmo tempo, registrar sinal de alerta sobre as consequências, caso essa gestão não seja realizada com excelência.

Para tanto, o trabalho é estruturado em três visões distintas e complementares. Na primeira, é descrito o cenário de atuação da ATAM, de acordo com o Ciclo de Vida de Produtos Aeronáuticos Militares. Na segunda se ressalta a relevância da completeza de requisitos de segurança, na elaboração de contratos de desenvolvimento de aeronaves militares, destacando-se que a aeronavegabilidade militar é “contratada”. Já na terceira é descrito o principal serviço técnico especializado realizado pela ATAM, a Certificação de Tipo Militar. Durante as descrições das três visões, são identificadas demandas por GC, as quais, ao final, são sumarizadas em conclusões.

2. VISÃO DA ATAM PELO PRISMA DO CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS AERONÁUTICOS MILITARES

O COMAER define, em Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA) 400-6, o Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica. Nesse documento são descritas as fases do mencionado ciclo, suas etapas (também chamadas de blocos de atividades), e é traçado o fluxo, bem como a interdependência entre as atividades dessas etapas. Nessa Diretriz se dá também a definição de responsabilidades (coordenação ou suporte) dos Grandes Comandos e Órgãos de Direção Setorial e de Assistência direta e imediata ao Comandante da Aeronáutica (ODSA), por atividade, durante todo o Ciclo de Vida.

O Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) é um dos Grandes Comandos do COMAER que possui responsabilidades definidas na DCA 400-6, sendo designado como Autoridade Certificadora

de produto aeronáutico militar por outra Diretriz, a DCA 800-2, em harmonia com o preconizado pela primeira. Essa autoridade é delegada pelo DCTA ao IFI, uma de suas organizações militares subordinadas, a qual, por sua vez, é reconhecida no ambiente da aeronáutica militar brasileira como ATAM.

Assim, as atividades atribuídas pela DCA 400-6 ao DCTA, relativas à aeronavegabilidade militar em cada fase do mencionado Ciclo de Vida, são efetivamente realizadas pelo IFI, doravante referenciado neste trabalho como ATAM.

Sua atuação nessas fases é apresentada a seguir, sendo que uma abordagem específica sobre demandas por GC será realizada após a apresentação da última fase.

2.1 Fase de Concepção

A partir da identificação de uma necessidade operacional do COMAER, é concebido um Sistema ou Material para atendê-la.

Nota: Não há atividade prevista pela DCA 400-6 para a ATAM nesta Fase.

2.2 Fase de Viabilidade

O momento mais cedo em que a ATAM pode ser acionada no ciclo de vida como suporte ao ODSA responsável é para a elaboração de Especificações Técnicas Preliminares, na Fase de Viabilidade, na qual já se pode avaliar, por meio da intervenção de especialistas, os componentes e subsistemas de um projeto com vistas ao atendimento a requisitos de aeronavegabilidade e de cumprimento de missões.

2.3 Fase de Definição

Mais comumente, a primeira atuação da ATAM se dá como suporte ao ODSA responsável

pela Fase de Definição, na elaboração de Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais (RTLI), Especificações Técnicas Detalhadas e na elaboração de Plano de Ensaio e Certificação. Em todos esses casos mencionados por meio da intervenção de especialistas.

É importante salientar que a excelência no emprego de especialistas (ação própria de GC) para as atuações da ATAM nessas primeiras fases será refletida durante todo o Ciclo de Vida do Sistema ou Material, pois suas contribuições farão parte de especificações de projeto e “contratos do COMAER”, servindo como referência primária na aplicação de requisitos para o desenvolvimento da aeronavegabilidade e da capacidade de cumprimento de missões dos Sistemas ou Materiais mencionados.

2.4 Fase de Desenvolvimento/Aquisição

Nova atuação da ATAM se dá na Fase de Desenvolvimento / Aquisição, mais especificamente na execução de Ensaio e Certificação, como suporte ao ODSA responsável por essa fase, que geralmente se constitui na Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC), podendo eventualmente se tratar de outro ODSA.

A COPAC, embora também seja subordinada ao DCTA, mantém uma relação de independência com relação à ATAM, como sugerem as melhores práticas mundiais.

Nota: Esta independência se justifica, pois a ATAM exerce atividades de certificação e auditoria em contratos coordenados pela COPAC, em que relações de dependência poderiam caracterizar conflito de interesses.

A atuação da ATAM nessa Fase é intensa e seu foco é a certificação do projeto contratado ou a ser desenvolvido.

A atividade de certificação de projetos (realizada, no IFI, pela Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial - CPA) utiliza conhecimentos de especialistas com notória especialização em diversas disciplinas. Da parte do desenvolvedor, por exemplo, são empregados especialistas em materiais, sistemas elétricos, eletrônicos, mecânicos, lógicos etc. para desenvolvimento e demonstração de cumprimento dos requisitos de projeto e de engenharia. Da parte da ATAM é necessário empregar especialistas de maneira a formar um espelho da organização de desenvolvimento, possibilitando o julgamento da adequação das propostas do desenvolvedor em relação à Base de Certificação, ao Plano de Certificação e à demonstração de cumprimento de requisitos. Também para a atestação de que as propostas aprovadas pela ATAM são executadas conforme aprovado.

Especialistas em metodologias e condução de processos de certificação também são necessários a ambas as organizações, os quais, possuindo uma visão de mais alto nível, cuidarão do encadeamento e da completeza das atividades.

Ao final da atividade de certificação de projeto é emitido um Certificado de Tipo, Modificação ao Tipo ou de Componentes, conforme a natureza do processo.

O que estes Certificados atestam basicamente é: o produto aeronáutico "X", em sua configuração aprovada, quando operado dentro dos limites aprovados, por pessoal credenciado, bem como mantido, também por pessoal cre-

denciado, de acordo com suas publicações aprovadas, atende aos requisitos de segurança e cumprimento de missões aplicáveis.

Destaca-se que muitos conhecimentos críticos (raros e de alto impacto para a segurança operacional do produto aeronáutico militar) são gerados na Fase de Desenvolvimento/Aquisição.

Tais conhecimentos devem ter especial atenção da ATAM, no sentido de sua captura, retenção e disseminação, pois serão importantes em tomadas de decisão sobre a aeronavegabilidade do produto durante toda a sua vida em serviço.

2.5 Fase de Produção

Uma vez certificado o projeto, o que é um dos marcos que finaliza a Fase de Desenvolvimento/Aquisição descrita na DCA 400-6, inicia-se a Fase de Produção, caso haja contrato para produção em série do produto certificado. Nesta nova Fase, se demandado por contrato do COMAER, é realizada a atividade de Garantia Governamental da Qualidade como suporte ao ODSA contratante. Ou seja, com base nos meios de fabricação (máquinas, instalações, materiais, processos, procedimentos etc.) utilizados para produzir os protótipos (por sua vez, utilizados para demonstrar o cumprimento de requisitos de projeto), a Divisão de Certificação de Sistemas de Gestão (CSG) do IFI atesta, para cada item de série, que os mesmos meios foram utilizados e que os resultados de testes e ensaios previstos e realizados durante a produção atenderam às especificações. Também, que quaisquer desvios foram analisados e que disposições de engenharia adequadas foram emitidas e efetivadas, não afetando o cumprimento de qualquer dos requisitos certificados de um projeto.

A liberação final de uma aeronave, para início de sua vida em serviço, dá-se com a emissão do Certificado de Aeronavegabilidade Inicial.

O que a CSG atesta/certifica, para essa liberação, para cada número de série de um tipo de aeronave, basicamente é: “o produto aeronáutico identificado pelo número de série “Y” reflete a configuração aprovada pela certificação de projeto. Foi produzido, testado e ensaiado, conforme seu Projeto de Tipo, e dado como aprovado pelo fabricante. Nada consta em contrário nos registros da atividade de Garantia Governamental da Qualidade”.

As atividades realizadas pela CSG durante a produção de itens de série contam com especialistas em processos de manufatura e auditores de Sistemas de Gestão da Qualidade. Em ambos os casos com foco na produção de produtos de defesa e, especificamente no segundo, de acordo com a *Allied Quality Assurance Publications* (AQAP) 2110. Contam também com o apoio dos especialistas da ATAM, empregados durante a certificação do projeto, para julgar se as disposições de engenharia emitidas e efetivadas para tratar de desvios, ocorridos durante a fabricação dos itens de série, são adequadas.

Da mesma forma, como na fase de Desenvolvimento/Aquisição, os conhecimentos críticos (raros e de alto impacto para a segurança operacional do produto aeronáutico militar) devem ter especial atenção da ATAM, no sentido de sua captura, retenção e disseminação (GC).

2.6 Fase de Implantação

Trata da implantação do sistema ou material para operação no COMAER. Não há atividade prevista na DCA 400-6 para a ATAM.

2.7 Fase de Utilização

Durante a vida em serviço de um produto certificado no COMAER outra autoridade técnica entra em cena. Trata-se da Autoridade Técnica de Aeronavegabilidade Continuada Militar. Esta será responsável por todas as atividades relacionadas à manutenção da segurança e da capacidade de cumprimento de missões de cada aeronave durante a vida em serviço das mesmas.

As atividades desta outra autoridade não serão abordadas neste trabalho.

Contudo, durante a vida em serviço, é comum ocorrerem problemas que possam impactar a segurança da operação das aeronaves. São as chamadas Dificuldades em Serviço.

Por vezes, pode ocorrer que uma Dificuldade em Serviço tenha sua causa raiz no projeto do produto. A investigação dessa causa raiz nestes casos deve ser acompanhada pela ATAM. Também as soluções propostas pelo desenvolvedor para corrigir ou mitigar o problema são aprovadas pela ATAM, o que justifica a anteriormente mencionada GC para captura, retenção e disseminação do conhecimento gerado durante as etapas de certificação do projeto e da produção.

2.8 Fase de Revitalização / Modernização / Melhoria

No caso de um Produto Aeronáutico para o qual seja definida a revitalização, modernização e/ou melhoria, sendo caracterizada uma grande modificação ao projeto original, o papel da ATAM é idêntico ao desempenhado nas Fases de Definição, Desenvolvimento / Aquisição, Produção e Utilização, já vistas.

2.9 Fase de Desativação

Nesta última Fase do Ciclo de Vida, pela DCA 400-6, não há atividades previstas para a ATAM.

2.10 Gestão do Conhecimento pela ATAM – Considerações

A ATAM pratica a GC, como inúmeras outras organizações que utilizam intensamente o conhecimento de especialistas para realização de suas atividades, ainda que de maneira informal ou por iniciativas isoladas. Também lida com perdas de conhecimento, principalmente associadas à saída de especialistas do seu quadro de colaboradores. Pode-se dizer que essas perdas são mais frequentes do que em outras organizações, pois cerca de 60% de seu efetivo de especialistas em Certificação de Aeronavegabilidade são oficiais militares, cujo tempo máximo de atuação como especialista é, comumente, menor do que oito anos.

Isso pode ser verificado considerando-se que, geralmente, o oficial militar que atua como especialista está no início de sua carreira e chega à ATAM após a conclusão de sua formação acadêmica, ainda inexperiente. Com o passar do tempo, ao atingir um elevado grau de conhecimento na Certificação de Aeronavegabilidade Militar, a carreira militar evolui e o indivíduo deixa de exercer em grande medida a função de especialista, passando às funções de comando e administrativas. Mais ainda, após 8 anos (em média) de sua chegada, deixa a ATAM, provocando perda significativa de conhecimento para a organização.

Essa constatação leva à consideração da utilização de um número maior de servidores civis para atuação como especialistas, os quais em média tem uma permanência bem

maior na organização (cerca de 30 anos para os que, igualmente, iniciam carreira após sua formação acadêmica). Porém, o quadro de servidores civis da ATAM também tem sofrido perdas constantes nos últimos anos, devido a aposentadorias e saídas por outros motivos, e à não reposição de servidores.

Assim, para cumprir suas responsabilidades durante o Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica, a ATAM emprega especialistas raros, em grande medida oficiais militares (com tendência de crescimento dessa medida), e dispõe de pouco tempo para conduzi-los a um grau elevado de conhecimento, necessário para o exercício adequado de suas funções. E ainda conta com a rápida perda da possibilidade de aplicação do conhecimento desses militares, por questões relacionadas à estrutura da carreira militar.

Este cenário nos sugere a necessidade de excelência na prática da Gestão do Conhecimento pela ATAM e, para tanto, de maneira estruturada, formal e acelerada.

3. VISÃO PELO PRISMA DA AERONAVEGABILIDADE CONTRATADA

Como visto, por meio da participação na Fase de Definição, a ATAM contribui na elaboração de contratos, e um de seus focos está na inserção de requisitos de segurança para a operação de produtos aeronáuticos militares.

Isso ocorre devido ao fato de que uma aeronave militar não é inteiramente sujeita à legislação de desenvolvimento e operação de aeronaves civis (CBA, 1986).

Assim, buscando a consecução de sua missão, a ATAM recentemente adotou em seus regulamentos o guia militar estadunidense MIL-HDBK-516 que é a principal referência glo-

bal para produtos aeronáuticos de uso militar em termos de critérios/requisitos de segurança.

A aplicação desse guia é feita de forma dedicada (para cada projeto há uma possibilidade de aplicação).

Como regra geral, no caso de contratação do desenvolvimento de uma aeronave para uso militar no COMAER, a ATAM deve contribuir na elaboração do contrato e deve considerar a aplicação completa do guia MIL-HDBK-516 para qualquer desenvolvimento. A partir daí, são consideradas quaisquer exclusões de critérios/requisitos do guia, que se entenderem pertinentes para um desenvolvimento específico. Sendo que cada exclusão deve ser justificada de forma tecnicamente fundamentada.

3.1 Considerações sobre GC na contratação da Aeronavegabilidade

Para o desempenho adequado de suas responsabilidades, como já mencionado, a experiência e qualificação dos especialistas da ATAM envolvidos na assessoria à elaboração de contratos são fundamentais. Destaca-se aqui a hipótese de utilização de especialistas com qualificação e experiência insuficientes, o que pode gerar impacto negativo resultando na identificação tardia da necessidade de inclusão de requisitos de segurança ao projeto. Caso isto ocorra após a celebração do contrato, poderá culminar na adição de cifras (geralmente representativas) para que sejam efetivadas as modificações necessárias ao mesmo.

4. VISÃO PELO PRISMA DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO MILITAR

Este tópico apresenta um dos serviços técnicos especializados prestados pela ATAM

na Fase de Desenvolvimento/Aquisição, o qual se constitui na atividade de maior importância e complexidade da ATAM.

Após a celebração de contrato com o COMAER, ou a deliberação para início do projeto, o desenvolvedor dá início ao seu processo de desenvolvimento. Em determinado momento, de acordo com cronogramas estabelecidos (seja no contrato ou em outros documentos apropriados, quando a maturidade do projeto for adequada), a ATAM será acionada para início de suas atividades.

4.1 O desenvolvimento com vistas à demonstração de cumprimento de requisitos

No início do desenvolvimento, anteriormente à atividade da ATAM, já deve haver a visão dos especialistas do desenvolvedor para a demonstração de atendimento aos requisitos de segurança e cumprimento de missão.

Na verdade, essa não é uma visão especial de projetos de produtos aeronáuticos militares, pois, por princípio, qualquer requisito de engenharia deve ser verificável e demonstrável. A questão é como verificar e demonstrar, pois, especificamente, os requisitos de segurança aplicáveis a produtos aeronáuticos têm sua demonstração atestada/certificada por uma Autoridade de Aeronavegabilidade.

4.2 O Plano de Certificação

4.2.1 Base de Certificação

Partindo-se do contrato, ou outro documento apropriado, ou complementar da descrição do projeto, são selecionados e propostos pelo desenvolvedor os requisitos que irão compor a Base de Certificação. Nela deverão constar todos os requisitos aplicáveis

de segurança (MIL-HDBK-516, considerados os perfis de missões, já conhecidos, os quais o produto aeronáutico militar realizará), bem como requisitos de cumprimento de missões.

Apresentada a proposta, representantes da ATAM e da ODSA contratante julgarão se o conjunto de requisitos é adequado e, caso negativo, promoverão os ajustes necessários. Para alguns ajustes (em relação a requisitos de cumprimento de missões) é possível que seja necessária negociação da ODSA contratante com o desenvolvedor. Então, os textos de requisitos serão refinados como necessário, tornando-os concisos, não prescritivos quanto à implantação, atingíveis, completos, consistentes, não ambíguos e com uso de termos padronizados e verificáveis (KAR & BAILEY, 1996).

4.2.2 O Plano de Certificação (Preliminar)

Após este primeiro consenso sobre a Base de Certificação, o desenvolvedor prepara o Plano de Certificação (Preliminar), encaminha-o à ATAM e solicita a abertura de um processo de certificação. A partir daí, são formados os grupos de especialistas e é promovida análise do Plano, bem como nova interação com os especialistas do desenvolvedor. Dá-se, então, a Reunião Preliminar do Comitê de Certificação.

Nesse momento, o grupo de especialistas da ATAM é esclarecido em maiores detalhes sobre o projeto, conforme o desenvolvedor tenha evoluído no projeto, e novamente julga a completeza do conjunto de requisitos da Base de Certificação, agora contida na proposta do Plano de Certificação (Plano Preliminar). Caso entendam necessário, os especialistas da ATAM complementam nova-

mente a Base no que se refere aos requisitos de segurança.

Nota: Excluações do que a Autoridade defina como aplicável são possíveis, desde que tecnicamente bem fundamentadas e que essa fundamentação seja aceita pela Autoridade.

Caso seja imprescindível, a complementação da Base de Certificação poderá acontecer novamente durante todo o processo de certificação, embora seja sabido que quanto mais cedo, melhor, pois menor será o impacto no projeto.

4.2.3 A Estratégia de Certificação

Outro julgamento promovido pelos especialistas da ATAM se refere à Estratégia de Certificação, ou seja, para cada requisito da Base de Certificação deve ser descrito como o desenvolvedor propõe que seja realizada a demonstração de cumprimento.

Nota: Há no MIL-HDBK-516, e em outras publicações de Autoridades de Aeronavegabilidade (civil e militar), recomendações de como deve ser demonstrado o atendimento aos requisitos de segurança. Ocorre que pode haver mais de uma forma recomendada para um mesmo requisito. E mais, o desenvolvedor pode propor uma forma própria, equivalente às publicadas, e até de maior rigor.

A proposta de Estratégia de Certificação enseja novas rodadas de interação entre especialistas da ATAM e do desenvolvedor, com o objetivo de “acordo” entre as partes.

4.2.4 A Interdependência entre a demonstração de cumprimento de diferentes requisitos

As Estratégias de Demonstração de cumprimento de requisitos devem considerar as interdependências entre os mesmos, ou seja, a existência de relações de precedência, em que o cumprimento de um requisito só pode ser demonstrado depois da conclusão da demonstração de cumprimento de outro.

4.2.5 Meios de demonstração de cumprimento de requisitos

Como consequência do “acordo” sobre a estratégia de certificação, o desenvolvedor passa a propor os meios de demonstração de atendimento para cada requisito (do termo em inglês *means of compliance* – MoC).

4.2.6 Artefatos para demonstração de cumprimento de requisitos

Como complemento à Estratégia e aos MoCs, são definidos os documentos técnicos (artefatos) em que serão registradas e encontradas as demonstrações de cumprimento de requisitos (inclusive seus códigos – para fins de rastreabilidade).

4.2.7 Aprovação do Plano de Certificação

O “acordo” entre desenvolvedor e ATAM será realizado para cada requisito, e os especialistas da ATAM também definirão seu nível de envolvimento, ou seja, a participação pessoal na liberação de propostas de ensaios, testemunhos de ensaios, participações em inspeções, conformidades, análises etc. e até na aceitação final da demonstração de cumprimento de cada requisito. Finalmente, estando as partes “de acordo” com esse conteúdo, a ATAM aprova o Plano de Certificação, requisito a requisito, até que todos estejam aprovados.

4.3 Considerações sobre a Gestão do Conhecimento na Certificação de Tipo Militar

Diversas são as áreas do conhecimento empregadas no desenvolvimento e certificação da aeronavegabilidade de produtos aeronáuticos militares. O guia MIL-HDBK-516 é dividido em 16 áreas específicas para as quais se entende que seja necessária notória especialização.

Cada critério / requisito, considerado pertinente para aplicação a um projeto específico, tem sua completeza, bem como a estratégia para demonstração de seu cumprimento, proposta pelo desenvolvedor e discutida com especialista da ATAM, sendo aprovada pelo último, inclusive quanto aos meios de demonstração e nível de envolvimento da Autoridade. Tais discussões, decisões sobre aprovações e experiências pelo envolvimento, ou não, da Autoridade, não apenas agregam valor para futuros desenvolvimentos, como serão importantes durante a produção de aeronaves conforme o tipo certificado, para a análise e aprovação de modificações ao tipo e para a análise e definição se uma Dificuldade em Serviço tem sua causa raiz ligada ao projeto.

Assim, processos estruturados, formais e excelentes para geração (inclusive inovação), captura, validação, classificação de sigilo e compartilhamento / disseminação de conhecimentos (inclusive formação de especialistas) relacionados à certificação de produtos aeronáuticos militares devem ser parte da atividade da ATAM, sob pena de, caso não sejam, haver perda significativa desse conhecimento, levando à provável degradação da segurança e capacidade de cumprimento de missões de Sistemas e Materiais da Aeronáutica Brasileira.

5. SUMARIZAÇÃO DAS DEMANDAS SUGERIDAS PARA A ATAM COM RELAÇÃO À GESTÃO DO CONHECIMENTO

Como resultado obtido pela elaboração deste trabalho é apresentada na **Tabela 1** uma proposta básica e inicial de compilação das demandas por uma GC, estruturada e for-

mal, para a atividade da ATAM. Também a identificação de possíveis consequências, caso as práticas de GC sejam realizadas de maneira informal e não estruturada.

Tabela 1 - Demandas sugeridas de uma GC, estruturada e formal, para a atividade da ATAM.

| FASES DO CICLO DE VIDA | DEMANDAS SUGERIDAS DA ATAM POR GC (Estruturada e formal) | ATIVIDADE ESPECÍFICA DA ATAM | POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS DA PRÁTICA INFORMAL DA GC |
|--|---|---|--|
| CONCEPÇÃO | | | |
| VIABILIDADE | | Avaliação dos componentes e subsistemas de um projeto com vista ao atendimento de requisitos de aeronavegabilidade e de cumprimento de missões. | As atuações da ATAM nessas primeiras fases será refletida durante todo o Ciclo de Vida do Sistema ou Material, pois suas contribuições farão parte de especificações de projeto e de contratos a serem celebrados pelo COMAER, os quais servirão como referência primária na definição de requisitos para o desenvolvimento de tal aeronavegabilidade. |
| DEFINIÇÃO | Emprego de especialistas com qualificação e experiência suficiente em aeronavegabilidade militar e nas disciplinas pertinentes ao projeto, para atuação, em nome da ATAM, na inclusão de requisitos de segurança, na fase de elaboração de contratos do COMAER. | Elaboração de Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais (RTL), Especificações Técnicas Detalhadas, Plano de Ensaio e Plano de Certificação. | Idem ao mencionado acima. |
| | | Contratação de Aeronavegabilidade. | Possibilidade de adição de cifras representativas para modificações ao contrato, por conta da utilização, durante sua elaboração, de especialistas com qualificação e experiência insuficientes. |
| DESENVOLVIMENTO / AQUISIÇÃO | Adequação (inclusive por meio de inovações) de processos e serviços técnicos relacionados à certificação de produto aeronáutico militar, buscando incorporar, entre outras, as evoluções da segurança de voo implantadas na legislação da aviação civil. | Certificação de Tipo Militar e serviços derivados. | Degradação da capacidade da ATAM de certificação de produtos aeronáuticos militares, bem como da capacidade de suporte à aeronavegabilidade continuada de aeronaves militares certificadas. |
| | Realizar a captura, retenção, validação e classificação de sigilo de conhecimentos técnicos relacionados à demonstração de cumprimento de requisitos de cada projeto específico. | | |
| | Compartilhar / disseminar esses conhecimentos técnicos, respeitada a classificação de sigilo. | | |
| | Uso e reuso desses conhecimentos técnicos gerados durante a certificação para, durante a vida em serviço das frotas de aeronaves militares certificadas, suportar a manutenção da aeronavegabilidade militar. | | |
| | Formação, de forma acelerada, de profissionais da ATAM (principalmente oficiais militares) como especialistas em aeronavegabilidade militar e nas disciplinas pertinentes a projetos militares. | | |
| PRODUÇÃO | | | |
| IMPLANTAÇÃO | | | |
| UTILIZAÇÃO | Uso e reuso de conhecimentos técnicos, gerados, capturados, retidos, validados e compartilhados nas Fases de Desenvolvimento/Aquisição, durante a vida em serviço das frotas de aeronaves militares certificadas, para manutenção da aeronavegabilidade militar | Manutenção da Aeronavegabilidade na vida em serviço de aeronaves militares | Degradação da capacidade da ATAM de suporte à aeronavegabilidade continuada de aeronaves militares certificadas |
| | | Suporte às Dificuldades em Serviço na Operação e Manutenção de aeronaves militares | Degradação da capacidade da ATAM de suporte à aeronavegabilidade continuada de aeronaves militares certificadas |
| REVITALIZAÇÃO / MODERNIZAÇÃO / MELHORIA | Idênticas às demandas listadas na Fase de Desenvolvimento/Aquisição | Certificação de Componentes, Suplementar de Tipo e de Modificação | Idênticas às consequências listadas na Fase de Desenvolvimento / Aquisição. |
| DESATIVAÇÃO | | | |

Fonte: O Autor.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades da ATAM são intensas na necessidade de utilização de especialistas com qualificação e experiência suficientes em aeronavegabilidade militar, bem como em disciplinas técnicas pertinentes a projetos de aeronaves militares.

A atuação desses especialistas ocorre em grande parte do Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica e impacta na obtenção da aeronavegabilidade contratada (segurança de voo) pelo COMAER, na capacidade de aeronaves militares para o cumprimento de missões, no desempenho econômico-financeiro de contratos do COMAER, na aeronavegabilidade de unidades produzidas com base em projeto de tipo certificado e no suporte à manutenção da aeronavegabilidade durante a vida em serviço de aeronaves militares certificadas.

Os especialistas da ATAM geram adequações (inclusive por meio de inovações) de processos e de serviços técnicos, relacionados com as atividades de certificação de produto aeronáutico militar. Cuidados especiais devem ser tomados por conta da lida com informações com classificação de sigilo.

O quadro de especialistas atual da ATAM é composto por aproximadamente 60% de oficiais militares e 40% de profissionais civis, o que tem como consequência, nos 60% militares, uma permanência média de 8 anos na atividade, trazendo a necessidade de formação acelerada para os mesmos. A aceleração mencionada deve ocorrer de forma que a ATAM possa contar com profissionais de notória especialização, na maior parte possível dos mencionados 8 anos.

Neste cenário, a excelência na prática da GC a ser realizada pela ATAM, de maneira estruturada e formal, é fundamental. Prática essa que deve ter foco na captura, retenção, validação, classificação de sigilo, compartilhamento/disseminação, uso e reúso de conhecimentos críticos (raros e com alto impacto na segurança da operação de produtos aeronáuticos militares), gerados principalmente durante a Fase de Desenvolvimento/Aquisição, com o intuito de formação em tempo adequado de seus especialistas. Foco esse que se reverte na evolução da aeronavegabilidade (segurança de voo) e na capacidade de cumprimento de missões das frotas de aeronaves militares brasileiras, desde a contratação de seu desenvolvimento até o final da vida em serviço das mesmas.

Este trabalho apresenta uma pesquisa parcial e uma proposta baseada em dados limitados. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR/ISO 9001: SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE - REQUISITOS. RIO DE JANEIRO, 2015.

BRASIL. LEI Nº 7.565: CÓDIGO BRASILEIRO DE AERONÁUTICA. BRASÍLIA, 1986.

COMANDO DA AERONÁUTICA. DCA 400-6: CICLO DE VIDA DE SISTEMAS E MATERIAIS DA AERONÁUTICA. BRASÍLIA, 2007.

_____. DCA 800-2: GARANTIA DA QUALIDADE E DA SEGURANÇA DE SISTEMAS E DE PRODUTOS NO COMAER. BRASÍLIA, 2019.

_____. ICA 57-21: REGULAMENTO DE AERONAVEGABILIDADE MILITAR: PROCEDIMENTOS PARA CERTIFICAÇÃO DE PRODUTO AERONÁUTICO. BRASÍLIA, 2017.

CONVENÇÃO DE CHICAGO. DOC 7300 - ICAO: INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. CHICAGO, 1944.

DEPARTMENT OF DEFENSE. MIL-HDBK-516C: AIRWORTHINESS CERTIFICATION CRITERIA. DAYTON, 2014.

EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY. PART 21: AIRWORTHINESS AND ENVIRONMENTAL CERTIFICATION. COLOGNE, 2019.

EUROPEAN DEFENSE AGENCY. EMAR 21: EUROPEAN MILITARY AIRWORTHINESS REQUIREMENTS. EUROPA, 2018.

GOMES, VENÂNCIO ALVARENGA. HOMOLOGAÇÃO MILITAR QUALIDADE, SEGURANÇA E CUMPRIMENTO DA MISSÃO. IFI/DCTA, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 1998.

KAR, PRADIP & BAILEY, MICHELLE. CHARACTERISTICS OF GOOD REQUIREMENT. IN 6TH INCOSE SYMPOSIUM. BOSTON, 1996.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. ALLIED QUALITY ASSURANCE PUBLICATIONS (AQAP) 2110: QUALITY ASSURANCE REQUIREMENTS FOR DESIGN, DEVELOPMENT AND PRODUCTION. BRUSSELS, 2016.

SOUZA, ISAIAS DOS ANJOS. A CERTIFICAÇÃO MILITAR NA AERONÁUTICA BRASILEIRA NAS ÚLTIMAS TRÊS DÉCADAS - UMA NOVA ABORDAGEM DOS RESULTADOS E NECESSIDADES. UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA, RIO DE JANEIRO, 2005.



ÁREA: GESTÃO
(Planejamento e Gestão)

PLANEJAMENTO, GESTÃO E GOVERNANÇA NO IFI

Autora: Maria Célia Hasmann Coelho Ferreira

Analista em Ciência e Tecnologia
Setor no IFI: Assessoria em Governança
mariaceliamchcf@fab.mil.br

RESUMO

A gestão institucional permeia vários processos que, coordenados, permitem ao gestor equacionar o desafio de alcançar os resultados esperados no cumprimento da Missão da Organização com os recursos disponíveis. O Comando da Aeronáutica (COMAER) vem aperfeiçoando as metodologias de gestão e refinando as práticas de boa governança, revisando e atualizando conceitos de forma a dotar a força com instrumentos necessários à análise e à tomada de decisão, bem como a facilitar o trabalho em todos os níveis gerenciais objetivando a melhoria no desempenho e a geração de valor. O Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) está alinhado estrategicamente aos órgãos superiores e adapta-se às constantes evoluções metodológicas, sintonizado com o objetivo de otimizar o uso de recursos (humanos, materiais, Tecnologia da Informação (TI) e financeiros) de modo a obter resultados efetivos no cumprimento de sua missão. A atual sistemática de planejamento, gestão e governança conta com mecanismos, inclusive informatizados, de acompanhamento institucional, em constante aperfeiçoamento e evolução, com o objetivo de permitir a verificação permanente do status operacional e administrativo, a avaliação dos resultados e o estabelecimento de diretrizes de forma a manter a excelência. Este artigo foi construído com base em documentos pré-existentes e tem por objetivo passar brevemente pela governança corporativa ilustrando como a administração pública adotou esses conceitos, mostrar as diferenças entre gestão e governança e apresentar como o IFI vem aprimorando seu processo.

Palavras-chave: Gestão; Governança; Planejamento; Missão; Administração Pública.



1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos a sociedade brasileira vem evoluindo na percepção dos órgãos governamentais e tem expectativas maiores em relação aos serviços prestados. A sociedade avalia os valores entregues e se os resultados realmente atendem suas necessidades. Essa percepção levou à criação de mecanismos de controle mais acirrados no país como a Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar nº 101/2000), que estabelece parâmetros de responsabilidade e transparência financeira e orçamentária, a Lei de Acesso à Informação (Lei 12.527/2011), que facilita o monitoramento de atos públicos, entre outras (Referencial Básico de Governança Organizacional, TCU/2020), e, ainda, a adoção de metodologias gerenciais de sucesso adotadas na iniciativa privada. É interessante destacar que o termo Governança tem diversas conotações, mas vamos nos ater aqui à Governança na Administração Pública, e assim conceituá-la.

Na sequência, será apresentado um breve histórico de sua origem, sua consolidação no país, a distinção entre governança e gestão e a implantação do sistema de governança do IFI, como ele é avaliado e, por fim, a conclusão.

2. DESENVOLVIMENTO - BREVE HISTÓRICO

No mundo das grandes corporações, há várias décadas, a progressiva pulverização da propriedade entre acionistas e investidores levou à necessidade de delegação da administração a “agentes” contratados que, nem sempre, defendiam os interesses da empresa prioritariamente aos seus.

Já em 1976, Jansen e Mecklin desenvolveram a Teoria dos Agentes, defendendo que a em-

presa possui responsabilidade para com todos os envolvidos no negócio (fornecedores, consumidores, sociedade, entre outros).

Essa teoria foi uma das que serviu de inspiração para o conceito de governança corporativa que prevê um conjunto de mecanismos mais apurados de direcionamento, proteção dos interesses dos acionistas e transparência das transações e demonstrativos contábeis, também conceituado dessa forma pela Comissão de Valores Mobiliários, autarquia vinculada ao Ministério da Economia: “Governança corporativa é o conjunto de práticas que tem por finalidade otimizar o desempenho de uma companhia ao proteger todas as partes interessadas, tais como investidores, empregados e credores, facilitando o acesso ao capital. A análise das práticas de governança corporativa aplicada ao mercado de capitais envolve, principalmente: transparência, equidade de tratamento dos acionistas e prestação de contas”. (Cartilha de Recomendações da CVM sobre Governança Corporativa, junho de 2002). Sua implementação permite a valorização das empresas no balcão de ações e a minimização de risco aos investidores.

A Governança Corporativa tomou força no Brasil na década de 90 com a globalização e a onda de processos de privatização derivada do Programa Nacional de Desestatização (PND). Houve uma conscientização de que empresas que adotavam boas práticas de governança alcançavam maior valor no mercado.

Em 1995 foi criado o Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC), que publicou, em 1999, o “Código das Melhores Práticas de Governança Corporativa”.

Em decorrência, foram revisadas diversas Leis, dentre elas a Lei nº 11.079/2004, das Parcerias Público-Privadas, que, além de aplicar-se às sociedades de propósito específico constituídas para tal finalidade, passou a prever que o poder público deve se submeter a determinadas regras descritas no edital de licitação. Com a Lei nº 12.846/2013 (Lei Anticorrupção) e com a publicação da Lei nº 13.303/16 (Lei das Estatais), a governança corporativa recebeu seu maior destaque interagindo com o setor público.

A proposta de criação da política de governança para a administração pública se originou da cooperação dos órgãos centrais de governo com o Tribunal de Contas da União (TCU). Para o Tribunal, era necessário editar um ato normativo que estabelecesse boas práticas de governança voltadas para a melhoria do desempenho de órgãos e entidades da administração pública a partir de três linhas centrais: liderança, estratégia e controle.

Instituiu-se, então, a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional por meio do Decreto 9.203, de 22 de novembro de 2017, que traz, em seu Artigo 2º, o seguinte conceito extraído do Referencial Básico de Governança Aplicável a Órgãos e Entidades da Administração Pública do Tribunal de Contas da União (TCU, 2014): "governança pública é o conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e monitorar a gestão, com vistas à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade".

O referido conceito foi replicado em uma Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA), a

Diretriz de Governança no COMAER (DCA 16-1/2019), e em um Manual do Comando da Aeronáutica (MCA), o Manual de Governança e Gestão Institucional do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) (MCA 16-4/2022), que baliza a implementação do sistema no IFI, enfatizando ainda que Governança é o conjunto de políticas e processos que moldam a maneira como uma organização é dirigida, administrada, controlada e presta contas do cumprimento das suas obrigações de *accountability*.

3. GESTÃO E GOVERNANÇA

3.1 Gestão

A Gestão é inerente e integrada aos processos organizacionais, sendo responsável pelo planejamento, execução, controle e ação - Ciclo PDCA (do inglês *Plan, Do, Check and Act*), enfim, pelo manejo dos recursos e poderes colocados à disposição de órgãos e entidades para a consecução dos seus objetivos.

A Gestão diz respeito ao funcionamento do dia a dia de programas de organizações no contexto de estratégias, políticas, processos e procedimentos que foram estabelecidos, preocupa-se com a eficácia (cumprir as ações prioritizadas) e a eficiência das ações (realizar as ações da melhor forma possível, em termos de custo-benefício).

As funções básicas da Gestão são:

- implementar programas;
- garantir a conformidade com as regulamentações;
- revisar e reportar o progresso das ações;
- garantir a eficiência administrativa;
- manter a comunicação com as partes interessadas; e
- avaliar o desempenho.

3.2 Governança

A implementação da Governança tem por objetivo possibilitar que a organização melhore a capacidade de cumprir sua missão, criar um ambiente capaz de entregar resultados, certificar-se de que esse resultado está de fato correspondendo às expectativas da sociedade e buscar aprimorar a instituição gerando mais confiabilidade.

A governança tem como premissas a identificação das necessidades, o estabelecimento de objetivos institucionais, metas e a elaboração de estratégias para atingir essas metas, provê direcionamento, monitora e avalia a atuação da gestão, com vistas à implementação de políticas públicas, prestação de serviços, atendimento das necessidades e expectativas da sociedade e das demais partes interessadas (*stakeholders*). A Governança abrange o conjunto de diretrizes, estruturas organizacionais, processos e mecanismos de controle implantados pela alta administração que visam assegurar que as decisões e as ações relativas à gestão e ao uso dos recursos da organização estejam alinhadas às necessidades institucionais e contribuam para o alcance dos objetivos organizacionais.

As funções básicas da Governança são:

- Avaliar o ambiente, os cenários, o desempenho e os resultados atuais e futuros;
- Direcionar e orientar as políticas e planos, alinhando as funções organizacionais, a Missão e Visão organizacional e assegurando o alcance dos objetivos estabelecidos; e
- Monitorar os resultados, o desempenho e o cumprimento de políticas e planos, confrontando-os com as metas estabelecidas e as expectativas das partes interessadas.

4. PLANEJAMENTO, GESTÃO E GOVERNANÇA NO IFI

O ponto de partida é a Missão da Organização, que expressa sua razão de existir.

Em se cumprindo a sua Missão, o IFI, por meio da realização dos processos de sua Cadeia de Valor, tem claro que entrega à sociedade o valor intangível, porém, essencial, “segurança”, que guia sua constante busca pela manutenção da excelência.

Essa excelência requer um corpo de profissionais altamente especializados, interação com outros países que dominam tecnologias de ponta para ampliação do conhecimento e capacidade de desenvolvimento de outras novas. Requer também equipamentos modernos e sua manutenção constante, de forma a garantir a precisão dos laudos na liberação de sua utilização.

Entre as demandas e a entrega do valor, existe um conjunto de atividades a serem planejadas, executadas, coordenadas, monitoradas e avaliadas.

Ao longo dos anos, a metodologia de planejamento institucional utilizada pelo IFI vem evoluindo, acompanhando as adotadas pelo Estado-Maior da Aeronáutica (EMAER), fruto de estudos, pesquisas e assessorias externas contratadas. No âmbito do Planejamento Orçamentário, cumprem-se as regras do Governo Federal, o qual também refina suas metodologias, aprimorando os mecanismos que fornecem transparência ao cidadão quanto à aplicação dos recursos públicos de forma a alcançar objetivos, diretrizes e metas expressos nos Planos

Plurianuais (PPA) traçados para implementação de políticas e enfrentamentos de desafios do país.

Hoje o IFI tem seu sistema de Planejamento, Gestão e Governança instituídos realizado em uma sequência lógica, por meio de mecanismos e instrumentos construídos com foco no cumprimento da missão, porém, ciente de que se trata de um processo evolutivo e esses serão lapidados e outros incorporados.

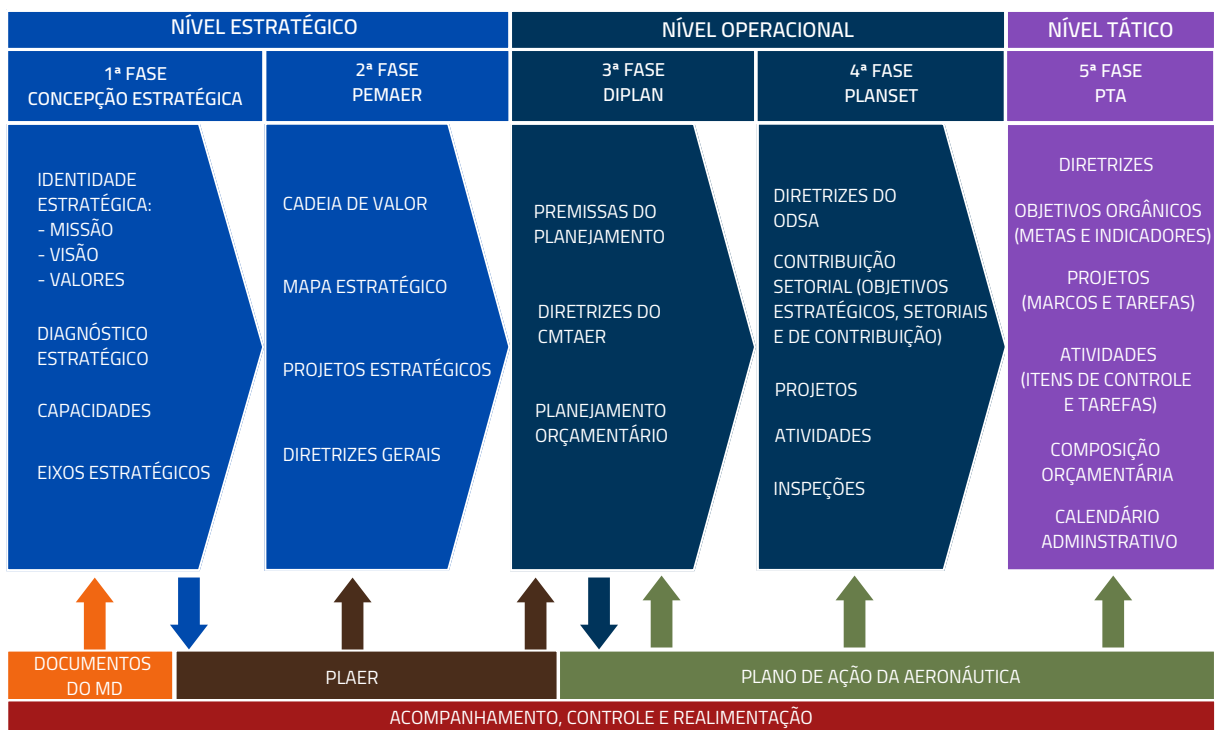
A efetividade da governança é atestada por meio de inspeções realizadas por órgãos superiores, o que permite a correção dos rumos; e é a satisfação do cliente que norteia o cumprimento da Missão.

4.1 Planejamento Institucional

O Planejamento Institucional da Aeronáutica, conforme DCA 11-1, é classificado em três níveis: Estratégico, Operacional e Tático, nessa ordem, utilizada no âmbito militar, de acordo com o que preceitua a Doutrina Militar de Defesa, estabelecida pelo Ministério da Defesa (MD51-M-04), sendo realizado de forma faseada.

O IFI é uma Organização Militar (OM) de nível Tático. Cada uma das fases de determinado nível resulta em um documento que embasa a elaboração do documento da fase e nível seguinte, em cadeia, o que se constitui no alinhamento estratégico. A **figura 1** permite visualizar o conteúdo de cada um dos documentos por nível:

Figura 1: Visão geral do encadeamento de documentos da Sistemática de Planejamento e Gestão Institucional da Aeronáutica (SPGIA).

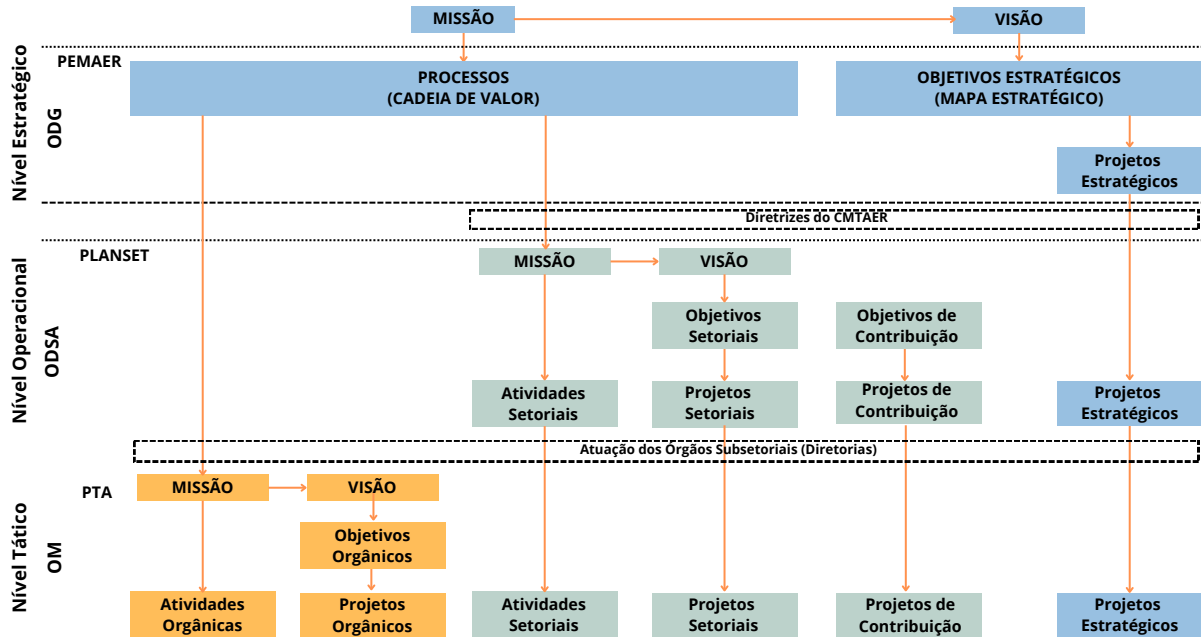


Fonte: COMAER - DCA 11-1

4.2 Programa de Trabalho Anual

No Programa de Trabalho Anual são elencadas as Atividades ou Projetos, seus Itens de Controle de Atividades, Metas e Tarefas para cumprimento das Diretrizes Superiores e das de seu Dirigente máximo. A **figura 2** permite a compreensão do alinhamento estratégico do COMAER.

Figura 2: Visão Geral do Alinhamento Estratégico do COMAER.



Fonte: COMAER - DCA 11-1

Legenda: ODG (Órgão de Direção Geral); ODSA (Órgão de Direção Setorial e de Assistência Direta e Imediata ao Comandante da Aeronáutica); OM (Organização Militar).

4.3 Planejamento Orçamentário

Enquanto órgão da Administração Pública Federal Direta, o IFI segue rigorosamente o que é preceituado em legislação superior, desde a elaboração de sua proposta orçamentária à execução dos recursos creditados e ao monitoramento, sob a coordenação do DCTA e do EMAER, até a prestação de contas à sociedade coordenada por órgãos de controle instituídos, o TCU.

O Planejamento Orçamentário tem por objetivo financiar as atividades e projetos definidos em seu Planejamento Institucional.

O IFI presta serviços que contribuem para o Suporte ao Desenvolvimento Industrial, atividade correspondente a um Plano Orçamentário (PO), vinculado a uma Ação

Orçamentária do COMAER na Lei do Orçamento Anual (LOA).

O objetivo do referido PO é:

“Fomento e coordenação do complexo industrial aeroespacial brasileiro, abrangendo as empresas das áreas aeronáutica, espacial e de defesa, por meio de prestação de serviços técnicos especializados em certificação de produtos aeroespaciais e de infraestrutura aeroportuária, certificação de sistemas de gestão da qualidade, normalização e manutenção de sistema de metrologia aeroespacial, assessoria em acordos de compensação (*offset*) e transferência de tecnologia, avaliação e catalogação de empresas para fins de mobilização e qualificação técnica de recursos humanos”.

4.4 Instrumentos de Planejamento e Gestão adotados pelo IFI para uma governança efetiva

A seguir, são apresentadas as principais ferramentas utilizadas pelo IFI no que se refere a planejamento, gestão e governança:

- **SWOT (do inglês *Strengths, Weaknesses, Opportunities* e *Threats*, respectivamente em português *Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças*)** – Fornece subsídios para avaliação e elaboração de estratégias e diretrizes de redirecionamento;
- **SISPLAER (Sistema de Planejamento Institucional do Comando da Aeronáutica)** – Sistema desenvolvido pelo EMAER para formalizar a programação de atividades e projetos para cumprimento das diretrizes superiores que demandam recursos orçamentários;
- **SIOP (Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento)** – Sistema desenvolvido pelo Governo Federal, por meio do qual os órgãos públicos responsáveis por Ações Orçamentárias e Planos Orçamentários planejam e prestam contas dos recursos orçamentários;
- **GPAer (Sistema de Gestão Estratégica da Aeronáutica)** – Mede o desempenho das Metas e dos Itens de Controle das Atividades estabelecidos para que se cumpram as Diretrizes e se alcancem os objetivos estabelecidos no Programa de Trabalho;
- **Indicador de Satisfação do Cliente** – Instrumento disponibilizado para que a Direção avalie o nível de satisfação daqueles que buscam o IFI e adote medidas corretivas e de melhorias;
- **Mapeamento de Processos** – Estabelece e gerencia processos de trabalho visando o aperfeiçoamento institucional; e
- **Gestão de Risco** – Parte do Programa de Integridade, é o gerenciamento sistemático dos riscos de violação de integridade da organização para melhoria da governança, tendo como foco principal estruturar, reforçar, manter a cultura de integridade institucional, bem como prevenir e combater potenciais atos não condizentes com a ética militar.

5. CONCLUSÃO

A sociedade espera segurança do espaço aéreo e integração nacional, e o IFI tem bem claro o seu envolvimento e a sua responsabilidade por meio das atividades que desempenha e não perde de vista o seu propósito de fortalecer essa confiança.

Aqui foram apresentados os conceitos de Gestão e de Governança com foco no setor público e os instrumentos que o IFI utiliza para o seu exercício.

Todas as ações da organização estão alinhadas com a missão e visam entregar os resultados esperados pela sociedade.

Dessa forma, se “A boa Governança é um meio para atingir um fim, qual seja, identificar

as necessidades dos cidadãos e ampliar os resultados esperados” [Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), 2017], pode-se deduzir que o melhor indicador de boa Governança é a “satisfação do cliente”.

Assim como o mercado e as tecnologias, a sociedade evolui, alterando-se suas necessidades e expectativas em relação aos órgãos governamentais. Não há espaço para a estagnação.

O aprimoramento dos mecanismos de Governança é um processo constante, e o IFI acredita que essa é a fórmula para a manutenção da excelência. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar nº 101, de 04 de maio de 2000) - Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências.

BRASIL. Lei de Acesso à Informação (Lei 12.527, de 18 e novembro de 2011) - Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências.

BRASIL. Referencial Básico de Governança Organizacional para organizações públicas e outros entes jurisdicionados do TCU, 3ª Edição (Brasília/2020).

BRASIL. Cartilha de Recomendações da CVM sobre Governança Corporativa, Junho de 2002. A Comissão de Valores Mobiliários (CVM) é uma Autarquia vinculada ao Ministério da Economia, que tem o objetivo de fiscalizar, normatizar, disciplinar e desenvolver o mercado de valores.

BRASIL. Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017, que institui a Política de Governança na Administração Pública - 1999 o “Código das Melhores Práticas de Governança Corporativa”.

BRASIL. Lei nº 11.079/2004, das Parcerias Público Privadas.

BRASIL. Lei nº 12.846/2013 (Lei Anticorrupção).

BRASIL. Lei nº 13.303/16 (Lei das Estatais).

COMAER. Manual de Governança e Gestão Institucional do DCTA (MCA 16-4/2021)
PORTARIA NORMATIVA Nº 113 /SPEAI/MD, 1º DE FEVEREIRO, 2021.

JENSEN, Michael C.; MECKLING, William H. Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. Journal of financial economics, v. 3, n. 4, p. 305-360, 1976.

ÁREA: DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL

UMA PROPOSTA DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA O MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE COMPENSAÇÃO (OFFSET) NO COMANDO DA AERONÁUTICA

**Autor: Alexander de Mello Lima**

Major Especialista em Comunicações

Setor no IFI: Divisão de Desenvolvimento Industrial

melloaml@fab.mil.br**Co-Autor: Rodrigo Antônio Silveira dos Santos**

Tenente-Coronel Intendente

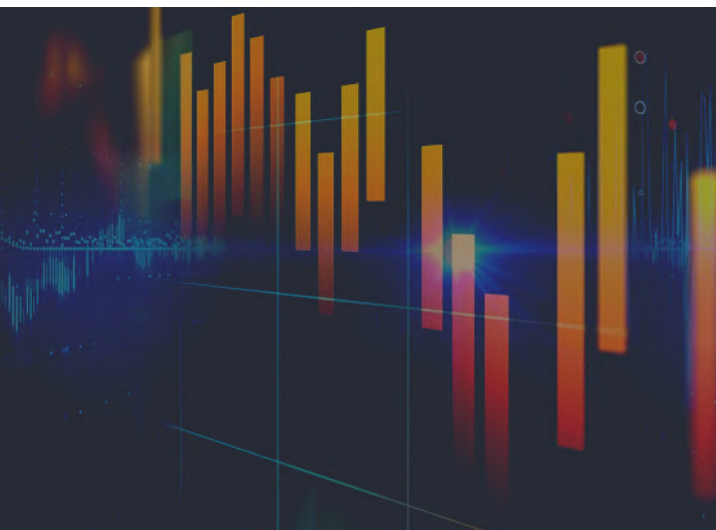
Setor na COPAC: Coordenadoria de Planejamento e Governança

silveirarass@fab.mil.br

RESUMO

Ao considerar a necessidade estratégica de uma política pública de desenvolvimento tecnológico da indústria de defesa aeroespacial e o uso sistemático do instrumento de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial (*offset*) nas aquisições internacionais de Sistemas de Defesa do Comando da Aeronáutica (COMAER), este artigo propõe uma reflexão sobre a elaboração de indicadores de desempenho que permitam monitorar e avaliar os resultados e impactos da Política de Compensação do COMAER para a capacitação tecnológica do Parque Industrial Aeroespacial Brasileiro, com vistas ao aumento da autonomia tecnológica do setor.

Palavras-chave: Compensação (*offset*); Indicadores; Política Pública.



1. INTRODUÇÃO

A tecnologia e a indústria são importantes fatores para a soberania nacional, e tal fato faz com que a estratégia nacional de defesa seja inseparável da estratégia nacional de desenvolvimento, considerando que uma política forte de defesa favorece uma política forte de desenvolvimento (BRASIL, 2008). Desta forma, o Brasil tem buscado o fortalecimento de sua indústria de defesa, mais especificamente a aeroespacial, por meio da inserção de cláusulas de compensação (*offset*) nos contratos de aquisição de produtos de defesa no exterior.

Indicando a necessidade do uso do *offset* como uma política pública de desenvolvimento industrial, a Estratégia Nacional de Defesa lançada em 2008 já apontava o uso escasso de cláusulas de compensação e a não participação da indústria nacional em eventuais compensações como uma das principais vulnerabilidades da estrutura de defesa do país (BRASIL, 2008).

A proposta de atualização da Política Nacional de Defesa (PND) e da Estratégia Nacional de Defesa (END), encaminhada ao Congresso Nacional em 2020, estabelece de forma específica na “Ação Estratégica de Defesa 47” a necessidade do estímulo à obtenção de compensação comercial, industrial e tecnológica (*offset*) nas aquisições do exterior (BRASIL, 2020a).

A Política de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial do Ministério da Defesa (PComTIC Defesa), atualizada por meio da Portaria Normativa nº 3.662/GM-MD, de 02 de setembro de 2021, e executada pelas Forças Armadas, enquanto política pública, estabelece os objetivos do Estado Brasileiro com relação à compensação tecnológica, industrial e comercial, com vistas à defesa nacional, conforme segue:

- I. fomentar a capacidade tecnológica, industrial e comercial brasileira;
- II. buscar a autossuficiência da cadeia produtiva, diminuir a dependência externa, majorar o valor agregado dos Produtos de Defesa (PRODE) e ganhos na escala produtiva e de competitividade, por meio da inovação;
- III. incentivar a indústria brasileira na busca de inserção no mercado internacional; e

IV. consolidar a base tecnológica e industrial brasileira nas áreas estratégicas de interesse nacional de defesa.

No Comando da Aeronáutica, a Instrução (ICA) 360-1 (BRASIL, 2020b) estabelece que os Acordos de Compensação firmados são acompanhados e administrados pelas organizações contratantes, cabendo ao Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) a assessoria técnica especializada e ao Estado-Maior da Aeronáutica (EMAER) a supervisão e orientação às organizações contratantes. Todavia, não existem indicadores de desempenho consistentes para o monitoramento dos Acordos de Compensação e a avaliação dos resultados dos *offsets*.

Com isso, este artigo traz uma reflexão sobre a elaboração de indicadores de desempenho para o monitoramento e a avaliação dos *offsets* do COMAER, com vistas a fornecer instrumentos que permitam à administração pública conhecer a eficiência, eficácia e efetividade da política de compensação do COMAER e do Ministério da Defesa enquanto política pública para que seja possível avaliar este mecanismo e identificar oportunidades de melhoria a serem observadas em futuras negociações.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Indicadores para Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas

Considerando que a prática de exigir compensação tecnológica, industrial e comercial nas aquisições de defesa no exterior (*offsets*) é uma política pública, seu

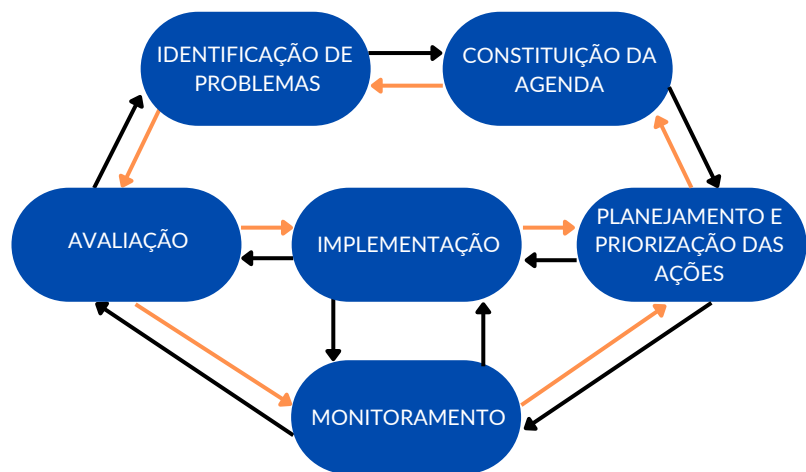
monitoramento e avaliação devem ser uma atividade regular do Estado (BRASIL, 2020c), produzindo necessariamente:

- I. conhecimentos densos e aprofundados das dimensões estratégicas e críticas da implementação e gestão cotidianas das políticas públicas; e
- II. informações e indicadores para o gerenciamento oportuno das ações de governo, sendo esta a meta da estratégia e do sistema de monitoramento implementado.

Assim sendo, os indicadores são ferramentas necessárias para a gestão pública, possibilitando a identificação objetiva da eficiência, eficácia e efetividade da política, além de fornecer subsídios para tomadas de decisões com relação a evolução e ajustes necessários.

A **Figura 1** mostra o ciclo das políticas públicas, conforme o Manual de Indicadores do Ministério da Economia (BRASIL, 2020c). Considerando o atual estágio da Política de Compensação do Ministério da Defesa e seu histórico de execução pelo COMAER, os indicadores propostos nesta pesquisa focarão nas fases de MONITORAMENTO e AVALIAÇÃO da referida política pública.

Figura 1 - Ciclo das Políticas Públicas.



Fonte: Brasil (2020c).

Bonnefoy e Armijo (2005) consideram que as informações fornecidas pelos indicadores são importantes à medida que possibilitam a tomada de decisões, o acompanhamento, monitoramento e avaliação das políticas públicas e seus respectivos programas, além de criar situações de aprendizagem organizacional.

Nessa direção, a gestão pública deve se valer de indicadores para identificar e medir os resultados da ação ou da omissão do Estado

frente a determinado fenômeno. Rua (2004) destaca o papel dos indicadores na quantificação de insumos, resultados, ou desempenho de processos, serviços, produtos ou até mesmo de organizações como um todo.

Já Pires, Lopes e Sá e Silva (2010) dão destaque para o papel dos indicadores qualitativos para a avaliação e aprimoramento das políticas públicas, sobre quando se pretende ir além do “o que” e se busca com-

preender “o porquê e o como” dos resultados alcançados, ou não, pela política pública.

Conforme o Manual de Indicadores do Plano Plurianual 2020-2023 (BRASIL, 2020c) destaca, os indicadores de política pública precisam possuir algumas características essenciais, quais sejam:

- i) utilidade;
- ii) validade;
- iii) confiabilidade; e
- iv) disponibilidade.

Por outro lado, o mesmo Manual de Indicadores do Governo Brasileiro (BRASIL, 2020c) apresenta algumas limitações e riscos no uso dos indicadores, quais sejam: a interferência da medição na realidade a ser medida; a subestimação do custo dos indicadores; a medição não constitui um fim em si mesmo; indicadores; indicadores são representações imperfeitas da realidade e não se confundem com ela.

Todas as características acima foram consideradas pelo autor para a elaboração da presente proposta, todavia, como se trata de uma proposta preliminar de cunho teórico, é necessário refinamento da proposta e análise de viabilidade conforme proposto no manual do Ministério da Economia (BRASIL, 2020c).

Quanto a sua classificação, de acordo com orientação do então Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (BRASIL, 2012b), os indicadores podem ser divididos

em Indicadores de Gestão de Fluxo de Implementação e Indicadores de Avaliação de Desempenho.

Os Indicadores de Gestão do Fluxo de Implementação (**Quadro 1**) possibilitam a avaliação e o monitoramento das diversas fases da aplicação da política pública (BORNNEFOY; ARMIJO, 2005).

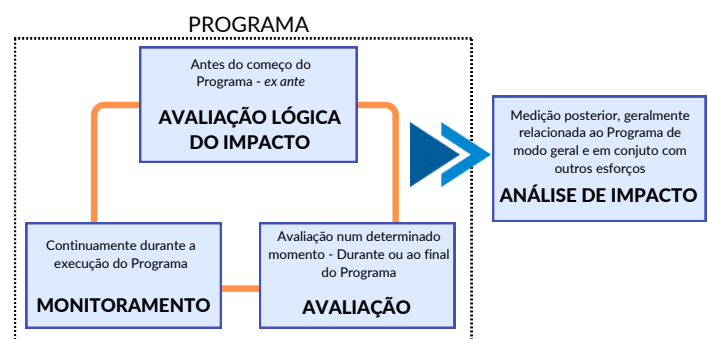
Quadro 1 – Classificação de indicadores de acordo com o Fluxo de Implantação.

| | INSUMO | PROCESSO | PRODUTO | RESULTADO | IMPACTO |
|----------------------------|---|--|---|--|---|
| QUANDO? | Antes da implementação | Durante a implementação | Depois da implementação | Depois da implementação | Depois da implementação |
| O QUE? | Recursos disponíveis | Nível de utilização dos insumos | Entrega de Produto ou Serviços ao público-alvo | Benefícios diretos e indiretos para o público-alvo | Efeitos multidimensionais e abrangentes de médio e longo prazo na sociedade |
| APLICAÇÃO AO OFFSET | Obrigação de Compensação gerada por aquisição no exterior | Obrigação Reconhecida versus Cumprimento do Escopo do Projeto. | Entregáveis previstos do Projeto disponibilizados aos beneficiários | Incremento da capacidade tecnológica do beneficiário | Aumento da autonomia tecnológica em áreas críticas de defesa |

Fonte: O Autor.

Essa abordagem é utilizada internacionalmente para avaliar a ação governamental relacionada ao incremento tecnológico e à inovação. Por exemplo, a agência do governo sueco para o sistema de inovação, VINNOVA, utiliza uma metodologia que prevê a abordagem conjunta para o monitoramento, avaliação e análise de impacto, dependendo da fase do projeto ou programa de desenvolvimento (VINNOVA, 2008).

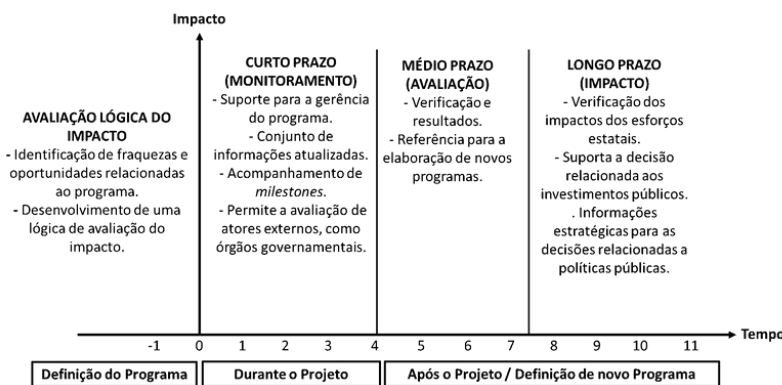
Figura 2 - Modelo de avaliação conjunta de programas.



Fonte: Adaptado de VINNOVA (2008, p.14).

A grande vantagem do estabelecimento de indicadores que consideram o fluxo de implantação é a possibilidade de se avaliar os resultados e o impacto de determinados programas ao longo do tempo. Essa abordagem é bastante interessante para uma política baseada em programas e projetos quase que independentes, como é o caso da política de compensação, pois cada aquisição possui seu próprio conjunto de projetos de compensação, que são executados em tempos diversos e geram resultados específicos. A **Figura 3** mostra os diversos momentos de monitoramento e avaliação adotados pela VINNOVA, dentro do seu método de avaliação lógica do impacto de um determinado programa ou projeto.

Figura 3 - Impacto em diferentes perspectivas no tempo.



Fonte: Adaptado de VINNOVA (2008, p.16).

Por sua vez os Indicadores de Avaliação de Desempenho possuem um foco maior na avaliação dos recursos alocados e dos resultados alcançados. Segundo essa ótica, o Tribunal de Contas da União (TCU) apresenta a seguinte classificação para os indicadores (TCU, 2000) (**Quadro 2**).

Quadro 2 - Classificação de indicadores de Avaliação de Desempenho.

| | ECONOMICIDADE | EFICIÊNCIA | EFICÁCIA | EFETIVIDADE |
|----------------------------|--|--|---|---|
| QUANDO? | Antes da implementação. | Durante a implementação. | Depois da implementação. | Depois da implementação. |
| O QUE? | Gastos envolvidos na aquisição dos Insumos. | Melhor uso dos Insumos. | Atingimento do Objetivo e metas. | Mudanças socioeconômicas, ambientais ou institucionais. |
| APLICAÇÃO AO OFFSET | Qual o custo do <i>Offset</i> dentro do Contrato de Aquisição? | Obrigação reconhecida <i>versus</i> Cumprimento do escopo do Projeto | Incremento da capacidade tecnológica do beneficiário. | Aumento da autonomia tecnológica em áreas críticas de defesa. |

Fonte: Adaptado de TCU (2000).

Pires, Lopes e Sá e Silva (2010) reforçam que esse conjunto de técnicas de avaliação se organiza principalmente ao redor das noções de eficácia, eficiência e efetividade, sendo que uma avaliação de qualidade deveria considerar uma composição da interdependência destes três conceitos.

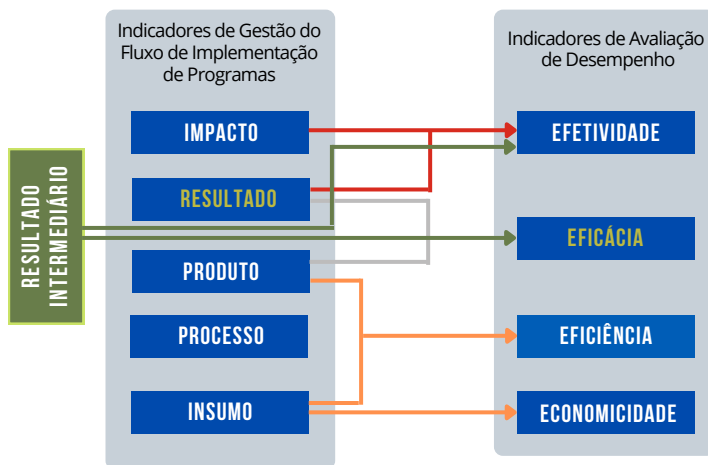
Nesse paradigma adota-se que:

- a)** a eficácia foca na avaliação específica da entrega de resultados ao público-alvo originário do projeto;
- b)** a eficiência se debruça sobre a racionalização dos insumos envolvidos no processo; e
- c)** a efetividade se constitui de uma visão dos resultados em um contexto amplo, de cunho socioeconômico.

Nesse artigo, foi construída uma proposta de indicadores que permitissem o MONITORAMENTO e AVALIAÇÃO utilizando uma interação entre o modelo de Gestão de Fluxo e o modelo de Desempenho, conforme apresentado no Manual de Indicadores do Ministério da Economia (2020c).

O modelo proposto na **Figura 4** contempla quatro associações que correspondem a Economicidade, Eficiência, Eficácia e Efetividade. Diante das instruções normativas sobre *offset* do Comando da Aeronáutica, essa proposta se concentrará em Indicadores de Eficiência, Eficácia e Efetividade, não considerando, nesse momento, a criação de indicadores de Economicidade.

Figura 4 – Associação da Classificação de Gestão do Fluxo e Desempenho.



Fonte: Brasil (2020c, p. 9).

Por fim, tem-se a associação do desempenho ligado à efetividade com a fase do impacto na gestão do fluxo, as quais se referem aos efeitos da intervenção estatal na sociedade. É difícil separar o impacto de uma intervenção estatal específica do resultado de outras intervenções estatais e das influências do ambiente interno e externo. Em se tratando da prática do *offset* no Brasil, o indicador a ser proposto deve se restringir aos objetivos explicitados na Política de Compensação do Ministério da Defesa, PComTIC, aplicados ao parque industrial aeroespacial brasileiro.

Dada a idiossincrasia dos acordos e projetos de compensação operacionalizados dentro da política de compensação do COMAER, o uso estrito de indicadores quantitativos é limitado para prover uma avaliação adequada do resultado e impactos esperados, principalmente em termos de capacidade tecnológica alcançada. Assim sendo, um aprimoramento do monitoramento e avaliação das políticas públicas pode

ser conseguido com o uso de indicadores qualitativos. O uso deste tipo de indicadores possibilita uma compreensão do funcionamento dos projetos e programas, com a possibilidade de explicações causais, capazes de descrever vinculações concretas e pormenorizadas entre causas e efeitos, e não apenas associações ou correlações entre variáveis, gerando um aprendizado a partir dos erros e acertos identificados. (PIRES; LOPES; SÁ E SILVA, 2010).

2.2 Monitoramento e Avaliação da Política Pública de *Offset* no COMAER

A Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 360-1 que trata dos Preceitos para a Negociação dos Acordos de Compensação prevê que o Estado-Maior da Aeronáutica divulgue as organizações de direção setorial (ODS) os indicadores a serem utilizados para a verificação da eficácia dos Acordos de Compensação prevê que o Estado-Maior da Aeronáutica divulgue as organizações de direção setorial (ODS) os indicadores a serem utilizados para a verificação da eficácia dos Acordos de Compensação e que os ODS encaminhem os indicadores dos Acordos sob sua administração (BRASIL, 2020b).

Alinhado a essa Instrução, o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) editou a ICA 360-2 (BRASIL, 2020d) que determina que os Projetos de Compensação administrados pelo DCTA tenham seus resultados avaliados, quanto a eficiência, eficácia e efetividade.

Dentro da norma do DCTA, o monitoramento contínuo dos indicadores gerenciais objetiva a máxima eficiência na execução do Projeto, com vistas à correta realização das transações previstas e ao melhor uso dos créditos de compensação negociados.

A proposta apresentada neste artigo considera que o Sistema Integrado de Fomento da Indústria Aeroespacial - SIFIAer (COMANDO DA AERONÁUTICA, 2021), em desenvolvimento no IFI, será uma ferramenta essencial para o monitoramento e avaliação dos *offsets*. O SIFIAer é um sistema de informações gerenciais que, segundo previsões do IFI, receberá dados de, aproximadamente, mil e duzentas empresas do setor aeroespacial, possibilitando a coleta de informações detalhadas das capacidades tecnológicas e industriais das empresas e a geração dos indicadores de desempenho tanto quantitativos como qualitativos.

Para que atenda os interesses estratégicos da política de compensação do COMAER, todos os Acordos, Projetos e Transações de Compensação precisam ser cadastrados no SIFIAer, o que atende a diretriz nº D2009004 do Planejamento Institucional do COMAER, DCA 11-118/2020, que determina que todas as informações relacionadas aos *offsets* do COMAER sejam compiladas em um banco de dados único, com ênfase nos aspectos qualitativos.

A partir dessa ação, será possível também atender outras diretrizes estratégicas da DCA 11-118/2020 como o mapeamento das áreas de interesse a serem exploradas por meio de compensação (*offset*), mediante consulta anual a todas as Instituições Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT) do COMAER e também da Indústria e a identificação de tecnologias necessárias para o alcance da autonomia tecnológica em áreas críticas, a fim de utilizar a compensação de forma mais estratégica.

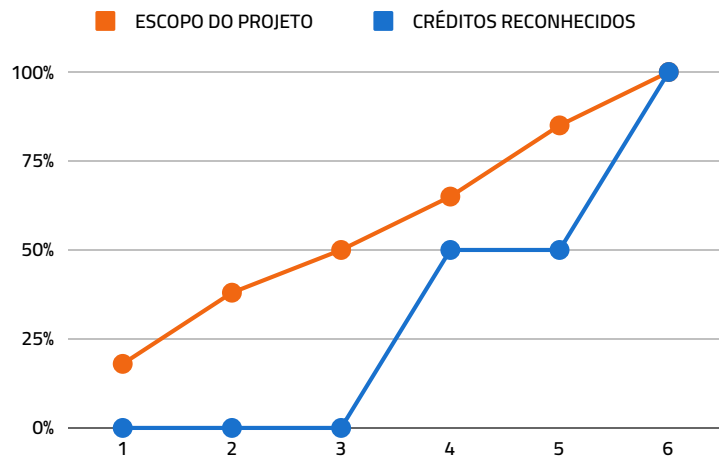
2.2.1 Indicador de Monitoramento da Eficiência dos Offsets

Os indicadores de Eficiência propostos no modelo de associação da **Figura 4** (pág. 31), adotado nessa proposta, consideram as fases de Insumo, Processo e Produto. Considerando a prática de *offset* do COMAER, um indicador possível para verificar a eficiência seria o monitoramento do reconhecimento dos créditos dentro da obrigação (insumo) assumida pela empresa estrangeira, comparado com o atingimento do escopo proposto (produto) para determinado Projeto ou Acordo.

Conforme previsto na ICA 360-1 (2020b) as organizações contratadas, apoiadas pelo IFI, são as responsáveis pela verificação da eficiência na execução dos projetos. Esse artigo propõe um indicador de eficiência que considere o percentual dos créditos de compensação reconhecidos pelos contratantes com o percentual do escopo dos projetos cumprido, conforme as informações colhidas nas Fichas de Acompanhamento dos Projetos, constantes do SIFIAer. Estas fichas são preenchidas semestralmente pelos beneficiários e contêm todas as atividades executadas no período.

A **Figura 5** apresenta a forma como esse Indicador pode ser apresentado. Ressalta-se o fato de que as Gerências e Fiscais dos Projetos terão acesso ao SIFIAer, podendo gerar esse indicador de forma automática a partir do preenchimento da tela de acompanhamento de projeto. Também o EMAER e os ODS das Organizações Militares Contratantes poderão visualizar estes indicadores no sistema do IFI.

Figura 5 – Indicador para Monitoramento da Execução do Projeto.



Fonte: O Autor.

Dada a natureza das transações do *offset* como contrapartidas, em que o investimento estatal não é de clara mensuração, pode-se considerar que resta prejudicada uma verificação precisa da eficiência do projeto, desta forma, o indicador proposto se constitui num indicador de monitoramento em vez de um indicador de avaliação de desempenho.

Cabe destacar a importância do monitoramento da execução como fator de eficiência, pois, uma vez negociados os Acordos de Compensação, não é esperado que os insumos diminuam (menos créditos sejam concedidos) nem que o produto aumente (um escopo maior seja cumprido), o que significaria de modo estrito a eficiência no desempenho. A eficiência esperada para um contrato administrativo já negociado é que seu escopo seja cumprido pela Contratada dentro do prazo previsto, e a contrapartida do governo, nesse caso o reconhecimento dos créditos, seja realizada na sua totalidade apenas após o atingimento do escopo do projeto.

2.2.2 Indicador de Avaliação da Eficácia dos Offsets

A avaliação da eficácia, no modelo da **Figura 4** (pág. 31), se relaciona tanto ao produto como ao resultado em relação ao objetivo do projeto, constituindo-se, assim, num resultado intermediário. Ao se aplicar esse conceito ao *offset*, o indicador de eficácia contemplaria os entregáveis dos projetos, os quais devem levar a um resultado final de cumprimento do objetivo do projeto, geralmente ligado ao incremento da capacidade tecnológica do beneficiário. Essa avaliação precisa ser tanto quantitativa, quanto qualitativa e é essencialmente realizada no processo de Reconhecimento de Créditos.

A avaliação da eficácia relacionada aos resultados dos projetos utiliza, dependendo da estruturação do projeto, indicadores quantitativos, como por exemplo horas de treinamento, valores de investimentos, valores e horas de trabalho subcontratados de empresas locais, dentre outros. Todavia, a avaliação deve ir além da relação de entregáveis do projeto e fazer uso de técnicas de avaliação qualitativas.

Pires, Lopes e Sá e Silva (2010) propõem que uso de técnicas qualitativas contribuem para a avaliação e aprimoramento de políticas públicas. Tais autores destacam ainda que técnicas de coleta de dados como entrevistas, questionários, observação direta, análise documental, entre outras, possibilitam a observação e análise sistemática do comportamento das organizações.

Quadro 3 – Uso de Técnicas Qualitativas para avaliação dos Offsets.

| | DESCRIÇÃO DA TÉCNICA | APLICAÇÃO NO PROCESSO DE OFFSET | FORMA DE REGISTRO |
|----------------------------|---|--|---|
| ENTREVISTAS | Interação por meio de perguntas e respostas com o objetivo de colher as percepções e experiências pessoais dos agentes que participaram da operacionalização dos programas e projetos. | São utilizadas pelo IFI, principalmente, junto aos funcionários das empresas beneficiárias que participaram dos projetos de transferência e tecnologia. Também ocorrem em reuniões formais em que os representantes das empresas apresentam os resultados dos projetos e depois são sabatinados pelos especialistas do IFI. | Os Resultados das entrevistas são capturados em Relatórios de Acompanhamento dos Projetos e depois as informações mais relevantes são inseridas em Pareceres Técnicos. |
| QUESTIONÁRIOS | Instrumento de coleta de informações de forma remota, por meio de perguntas e respostas, abertas ou fechadas, que possibilitam capturar as experiências e percepções dos agentes que participaram dos programas e projetos. | São utilizadas pelo IFI, principalmente, junto aos funcionários das empresas beneficiárias que participaram dos projetos de transferência de tecnologia. Também podem ser utilizados pelas organizações contratantes para o acompanhamento da execução dos Projetos. | Fichas de Questionários armazenados no IFI e anexadas aos Pareceres Técnicos. Também Fichas de Acompanhamento de Projetos em suporte de papel ou preenchidas no SIFIAer. |
| OBSERVAÇÃO DIRETA | Observações sistemáticas por parte do avaliador sobre as ações, comportamentos e características de funcionamento do objeto avaliado, indo além da simples descrição de experiências e percepções declaradas pelos informantes. | A observação direta é utilizada de forma limitada e pontual pelos gestores de <i>offset</i> . Em casos muito específicos a COPAC e o IFI poderiam acompanhar <i>in loco</i> a execução de uma transação de compensação. A forma amplamente utilizada desta técnica é a visita técnica aos beneficiários e aos locais em que as transações ocorrem. Nesta oportunidade os analistas podem observar, por exemplo, o uso da capacidade tecnológica acumulada pela beneficiária. | Os Resultados das Visitas Técnicas são capturados em Relatórios de Acompanhamento dos Projetos e depois as informações mais relevantes são inseridas em Pareceres Técnicos. |
| PESQUISA DOCUMENTAL | Pesquisa, coleta e análise sistemática de documentos, dos mais variados tipos, que podem ocorrer junto às organizações alvo de avaliação ou em instituições responsáveis por registros oficiais. | O IFI analisa toda a documentação produzida no processo, o que inclui desde o Acordo de Compensação, o projeto e seus documentos de detalhamento técnico, os relatórios produzidos, as notas fiscais e qualquer outra evidência documental que permita identificar "o que" e "como" se deu a compensação. Essa documentação pode ser enviada pela empresa estrangeira junto com a informação de conclusão do projeto, colhida diretamente com os beneficiários ou coletada no cadastro da empresa beneficiária no SIFIAer. | Todas as evidências documentais e as considerações do analista são registradas em Pareceres Técnicos e registradas no SIFIAer. |

Fonte: Adaptado de Pires, Lopes e Sá e Silva (2010, p. 671 e 672).

A norma do DCTA prevê que o IFI elabore um documento (Ficha de Resultados Decorrentes) condensando os resultados alcançados por um projeto, grupo de projetos ou programa (BRASIL, 2020d). O presente artigo propõe que esta ação seja realizada por meio do SIFIAer, que conterà campos específicos para a coleta das informações necessárias à avaliação da eficácia.

A proposta deste artigo é que a avaliação da eficácia seja apresentada por meio de um Relatório de Resultados elaborado para cada projeto, grupo de projeto ou programa, contendo os incrementos das capacidades tecnológicas tanto de produção como de inovação, a elevação do nível de prontidão tecnológica (TRL) de projetos conduzidos pelos beneficiários, o volume de exportações, subcontratações dentre outros resultados apurados, que poderão ou não, conforme o caso, gerar indicadores numéricos.

Considera-se o período de seis meses a um ano após a conclusão do projeto como adequado para a verificação destes resultados e emissão do relatório, que poderá ser iniciada de forma automática pelo IFI para aqueles projetos cadastrados e acompanhados por meio do SIFIAer.

2.2.3 Indicador de Avaliação da Efetividade dos Offsets

Finalmente, a ICA 360-2 (BRASIL/2020d) orienta que a verificação da efetividade dos Projetos de Compensação ocorra por meio da averiguação do impacto das ações estatais para a sociedade. O documento prevê que o IFI, como órgão de fomento da indústria

aeroespacial, proceda essa verificação junto aos beneficiários de Projetos de Compensação. Os resultados consolidados dessa averiguação serão publicados em um relatório trianual a ser emitido pelo Instituto.

Todavia, cabe pontuar que a verificação da efetividade da intervenção do COMAER no desenvolvimento do Parque Industrial Aeroespacial Brasileiro por meio das transações de compensação é uma atividade complexa focada no impacto das ações estatais para a sociedade. Esse impacto deve ser avaliado de acordo com os objetivos da Política de Compensação do Ministério da Defesa, considerando os impactos diretos e indiretos, nas suas dimensões econômicas e sociais, segundo critérios tecnológicos, comerciais, organizacionais e de qualidade e quantidade de recursos humanos.

A proposta é que o IFI utilize os dados relativos ao Parque Industrial Aeroespacial Brasileiro constantes do SIFIAer identificando a evolução do parque em relação aos objetivos propostos pela Políticas de Compensação do Ministério da Defesa (BRASIL, 2018) e realizando análises com recortes específicos por setor de atuação e a participação ou não em projetos de *offset*.

Alguns fatores sugeridos para a avaliação da efetividade e a criação de indicadores de desempenho são:

- a)** Mapa das capacidades tecnológicas do Parque Industrial Aeroespacial Brasileiro;
- b)** Produtos de Defesa e Produtos Estratégicos de Defesa com autossuficiência da cadeia produtiva;

- c) Número de empregados do setor e número de empregados em atividades de engenharia e de inovação;
- d) Quantidade de produtos e processos de uso dual;
- e) Número de empresas com acesso ao mercado internacional;
- f) Relação de novos produtos, patentes e *spinoffs* gerados;
- g) Volume de exportações do setor; e
- h) Número de empresas atuando em áreas tecnológicas estratégicas para o COMAER.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma proposta de Indicadores de Desempenho para monitoramento e avaliação da Política de Compensação do Comando da Aeronáutica. Para tanto foram considerados desde as ações estratégicas de defesa propostas pela END 2020, como os objetivos propostos pela Política de Compensação do Ministério da Defesa.

Também foi apresentado como a Força Aérea Brasileira (FAB) utiliza o instrumento de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial (*offset*) em suas aquisições internacionais de Sistemas de Defesa, principalmente para incrementar as capacidades tecnológicas da indústria aeroespacial, buscando, em alinhamento com a Política e a Estratégia Nacional de Defesa, aumentar a autonomia tecnológica com relação aos produtos de defesa.

O artigo apresentou uma breve revisão teórica sobre indicadores de política pública, com foco nos documentos do governo brasileiro e também na metodologia de avaliação de programas de inovação proposta pela agência de inovação sueca VINNOVA, a qual prevê um modelo de análise de impacto distribuído ao longo do ciclo da política pública.

O presente trabalho também apresentou propostas de indicador de eficiência para o monitoramento dos projetos e programas de compensação, ainda em sua fase de execução, baseados no percentual de créditos de compensação reconhecidos e percentual de escopo do projeto concluído.

Foi também apresentada uma proposta de indicador de eficácia dos projetos e programas de compensação baseados na avaliação dos resultados alcançados em comparação com os objetivos de cada projeto ou programa. Basicamente essa avaliação de resultados seria realizada pelo IFI a partir de dados dos Pareceres Técnicos de Reconhecimento dos Projetos e outros capturados do Sistema SIFIAer.

Por fim, foi feita a proposta de análise do impacto da política de compensação, com relação aos impactos de médio e longo prazo, por meio de Indicadores de Efetividade que considerariam aspectos relacionados ao atingimento dos objetivos da Política de Compensação do Ministério da Defesa e os apresentariam em um Relatório Triannual a ser elaborado pelo IFI, a partir de dados da indústria aeroespacial presentes no Sistema SIFIAer.

O **quadro 4** mostra um panorama dos indicadores de desempenho para o monitoramento e avaliação dos *offsets* do COMAER propostos neste artigo.

Quadro 4 – Indicadores de Desempenho propostos.

| | EFICIÊNCIA | EFICÁCIA | EFETIVIDADE |
|----------------------------|---|--|--|
| RESPONSÁVEL PELO INDICADOR | ORGANIZAÇÃO CONTRATANTE | ORGANIZAÇÃO CONTRATANTE E IFI | IFI |
| O QUE VERIFICA? | Reconhecimento dos créditos e cumprimento do Escopo | Atingimento do Objetivo do Projeto ou Programa | Os objetivos da Política de Compensação do MD. |
| COLETA DAS INFORMAÇÕES | Na organização contratante e nas Fichas de Acompanhamento Semestral | Parecer Técnico do IFI e Ficha de Resultados Decorrentes | SIFIAer |
| CLASSIFICAÇÃO DO INDICADOR | Monitoramento quantitativo do Processo | Avaliação qualitativa de resultados e impactos de curto prazo | Avaliação quantitativa e qualitativa de impactos de médio e longo prazo |
| APRESENTAÇÃO DO INDICADOR | % Obrigação Reconhecida <i>versus</i> % do Escopo Cumprido | Relatório de Resultados contendo o incremento da capacidade tecnológica e industrial | Relatório Trienal com dados do parque industrial aeroespacial brasileiro |

Fonte: O Autor. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p.14, de 19 de dez. de 2008.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Orçamento Federal. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Indicadores - Orientações Básicas Aplicadas à Gestão Pública. 2012.

BRASIL. Ministério da Defesa, Portaria Normativa n.º 3.662/GM-MD Política de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial de Defesa PComTIC Defesa. Diário Oficial da União; seção 1, Brasília, DF, edição 169, p. 10, 6 de set. de 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa, Secretaria de Assuntos Estratégicos. Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa. Brasília, 2020a. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/politica-nacional-de-defesa. Acesso em: 22 de jul. de 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria Nº 393 /GC4, de 20 de março de 2020. Aprova a reedição da Instrução que dispõe sobre os Preceitos para a Negociação de Acordos de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial na Aeronáutica (ICA 360-1). Boletim do Comando da Aeronáutica, nº 049 de 24 de março de 2020. Brasília, DF, 2020b.

BRASIL. Ministério da Economia. Manual de Indicadores do Plano Plurianual – 2020 - 2023. Brasília, 2020c. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>. Acesso em: 10 de junho de 2021.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. Portaria Nº 30/SDT, de 20 de junho de 2020. Aprova a edição da Instrução que dispõe sobre a gestão dos acordos de compensação tecnológica, industrial e comercial no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (ICA 360-2). Boletim do Comando da Aeronáutica, nº 099 de 8 de junho de 2020. Brasília, DF, 2020d.

BONNEFOY, J. C.; ARMILLO, M. Indicadores de desempenho en el sector público. Santiago do Chile: Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – ILPES, 2005.

COMANDO DA AERONÁUTICA. O sistema SIFIAer inicia a operação. Agência Força Aérea. 2021. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/37148/SISTEMA%20COMPUTACIONAL%20-%20O%20sistema%20SIFIAer%20inicia%20a%20opera%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 16 de abril de 2021.

PIRES R. R. C.; LOPEZ F.; SÁ E SILVA, F. C. Métodos qualitativos de avaliação e suas contribuições para o aprimoramento de políticas públicas. Brasil em Desenvolvimento: Estado, planejamento e políticas públicas. Brasília: IPEA, 2010.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Técnica de Auditoria: Indicadores de Desempenho e Mapas de Produto. Brasília: TCU, 2000.

VINNOVA. VINNOVA's focus on impact: A joint approach for logic assessment, monitoring, evaluation and impact analysis. Stockholm, Sweden, 2008.

ÁREA: DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL

SISTEMA INTEGRADO DE FOMENTO À INDÚSTRIA AEROESPACIAL - SIFIAER

**Autor: Alexander de Mello Lima**

Major Especialista em Comunicações
Setor no IFI: Divisão de Desenvolvimento Industrial
melloaml@fab.mil.br

**Autor: Oderlei Ferreira dos Santos**

Tenente QOCon Administração
Setor no IFI: Divisão de Desenvolvimento Industrial
santosofs@fab.mil.br

**Autor: Vinícius Rosa Máximo**

Sargento BMA
Setor no IFI: Coordenadoria de Tecnologia da Informação
maximovrm@fab.mil.br

RESUMO

O Sistema Integrado de Fomento à Indústria Aeroespacial (SIFIAer) surgiu por meio de uma iniciativa interna do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) a fim de possibilitar maior eficiência e efetividade às atividades da Divisão de Desenvolvimento Industrial relacionadas à Análise Empresarial e Assessoria Técnica em acordos de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial. Para tanto, o SIFIAer foi concebido como inovação nos serviços técnicos especializados prestados pelo IFI, por meio de um Sistema de Informações Gerenciais para ser uma ferramenta de suporte às informações estratégicas de forma a contribuir com a missão do IFI na coordenação da indústria nacional aeroespacial. O Sistema se pauta nos conceitos da tríplice hélice e capacidade tecnológica. Além disso, possui alinhamento com as estratégias de diretrizes de alto nível, como a Política e Estratégia Nacional de Defesa e o Planejamento Institucional da Força Aérea. Para desenvolver o sistema, contou-se com os técnicos da Coordenadoria de Tecnologia da Informação do IFI e com a metodologia ágil SCRUM. Dessa forma, o sistema foi

estruturado por módulos de forma a suportar o gerenciamento dos processos da Divisão de Desenvolvimento Industrial, obtendo-se saídas com incrementos de valor a fim de atender os diversos interessados do Comando da Aeronáutica, Ministério da Defesa e sociedade brasileira em geral.

Palavras-chave: Capacidade Tecnológica; Fomento Aeroespacial; Indústria Aeroespacial.

1. INTRODUÇÃO

O Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) é a organização militar do Comando da Aeronáutica (COMAER) responsável por ações de suporte técnico que contribuam para o desenvolvimento da industrial aeroespacial, em geral, e de defesa, em especial.

Atualmente, o IFI possui, na sua Divisão de Desenvolvimento Industrial (CDI), um banco de dados com aproximadamente 1.200 empresas do setor, as quais se beneficiam do incentivo fiscal previsto no Convênio ICMS 75/91.¹ Destas empresas, aquelas que atuam nas áreas industrial e de manutenção integram o Catálogo de Empresas do Setor Aeroespacial (CESAER), editado pelo IFI. Quando aplicável, ainda, essas empresas são analisadas para fins de mobilização aeroespacial bem como para o credenciamento de Empresas de Defesa (ED) ou Empresas Estratégicas de Defesa (EED), por meio da classificação de seus produtos junto ao Estado-Maior da Aeronáutica (EMAER) e Ministério da Defesa. Além disso, também há levantamentos e análises específicas quando demandado. Neste ponto, é importante ressaltar que a maior parte dos registros do processo consiste em arquivos físicos, tal como documentos protocolados no IFI pessoalmente ou via postal pelas empresas. Outra parte consiste em arquivos gerados em editores de texto e em planilhas diversas.

A Divisão de Desenvolvimento Industrial do IFI também é responsável por realizar assessoria técnica às Organizações do Comando da Aeronáutica na área de Compen-

sação Tecnológica, Industrial e Comercial (*offset*) envolvendo o levantamento de necessidades tecnológicas e industriais passíveis de serem atendidas por meio de *offset*, a negociação e o acompanhamento da execução projetos (BRASIL, 2021). Neste ponto, destaca-se que, nos últimos dez anos, esta demanda evoluiu do patamar de 60 para 150 projetos de compensação sob a administração do COMAER.

Para realizar todas essas atividades de desenvolvimento industrial de forma mais eficiente, o IFI observou a necessidade de possuir um sistema informatizado que pudesse coletar e processar os dados da indústria e dos *offsets*, possibilitando assim análises mais complexas e ao mesmo tempo mais ágeis, gerando indicadores de desempenho que pudessem suportar os órgãos executores e decisores das políticas públicas de fomento industrial para o setor aeroespacial.

Foi nesse contexto que a Direção do Instituto decidiu, entre várias opções avaliadas, pelo desenvolvimento endógeno de um sistema para informatizar as atividades da CDI. Diante disso, foi criado no IFI um Grupo de Trabalho, composto por integrantes da CDI e da Coordenadoria de Tecnologia da Informação do IFI, para desenvolver e implantar o SIFIAer.

2. CONCEITOS

O SIFIAer foi concebido para ser uma ferramenta com capacidade de fornecer informações consideradas estratégicas para as ações de Estado em busca do desenvolvi-

¹ Atualizado dada pelo Convênio ICMS 28/2015. Atribuições dada ao IFI por meio da Portaria nº 9/GC4 de 06/01/2016

mento tecnológico e industrial do setor aeroespacial, proporcionando assim ao IFI cumprir sua missão de fomento e coordenação da indústria aeroespacial brasileira, estando suportado em dois conceitos-base: a tríplice hélice da inovação e a capacidade tecnológica.

2.1 Alinhamento Estratégico

Considerando a atualização da Política Nacional de Defesa (PND) e da Estratégia Nacional de Defesa (END), encaminhada ao Congresso Nacional no ano de 2020, o Sistema opera dentro do Terceiro Objetivo Nacional de Defesa, que trata da busca da promoção da autonomia tecnológica e produtiva na área de defesa. Para alcançar esse objetivo, a END propõe a Estratégia de Defesa (ED) nº 8, que aponta para a promoção da sustentabilidade da cadeia produtiva da Base Industrial de Defesa. Dentro dessa ED o SIFIAer foi concebido para contribuir com quatro das doze Ações Estratégicas de Defesa (AED) apresentadas na END. Uma outra Estratégia de Defesa, a ED nº 9, visa o fortalecimento da área de ciência e tecnologia e também tem três de suas sete Ações Estratégicas de Defesa potencialmente atendidas pelo SIFIAer.

O caráter estratégico do SIFIAer para o COMAER é visto ainda na proposta do Sistema em atender o PCA 11-47 - Planejamento Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER). O item 6.3.7.1 prevê identificar as tecnologias necessárias para o alcance da autonomia tecnológica em áreas críticas, potencializando a utilização do *offset*; o item 6.3.7.6 aponta para priorização das empresas brasileiras para o fornecimento e manutenção de produtos espaciais por em-

presas brasileiras, de modo a desenvolver a capacidade da Base Industrial de Defesa (BID) e manter o parque industrial ativo, buscando, ainda, sua inserção no mercado internacional; e o item 6.3.7.7 estimula a BID para a nacionalização dos produtos aeroespaciais, principalmente os de maior valor agregado e os sensíveis a embargo internacional.

O Sistema em desenvolvimento está alinhado, ainda, com o Planejamento Institucional (DCA 11-118) da FAB, que traz as diretrizes: nº D2009003 [(mapear as áreas de interesse a serem exploradas por meio de compensação (*offset*), mediante consulta anual a todas as Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICT) do COMAER], e nº D2009004 (compilar todas as informações relacionadas aos *offsets* do COMAER, em um banco de dados único, com ênfase nos aspectos qualitativos). O SIFIAer atende ainda as diretrizes nº D200901 e nº D200902 orientadas ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) que preveem a identificação de tecnologias necessárias ao alcance da autonomia tecnológica em áreas críticas e a utilização dos *offsets*.

2.2 Tríplice Hélice da Inovação

O SIFIAer tem como uma de suas bases conceituais o modelo da Hélice Tríplice. Esse é um modelo de inovação internacionalmente reconhecido e tem servido de guia para políticas e práticas nos âmbitos local, regional, nacional e multinacional. A Hélice Tríplice é um modelo em que a universidade, a indústria e o governo atuam como esferas institucionais primárias, interagindo para promover o desenvolvimento por meio da inovação e do empreendedorismo (ETZKOWITZ, ZHOU; 2017).

Nesse modelo, o governo suporta as organizações de estudos teóricos e de pesquisas com projetos de interesse público, e essas organizações atuam com maior proximidade das indústrias capazes de transformar o conhecimento em desenvolvimento econômico e social, criando assim um processo de transferência de tecnologia e inovação mais ágil.

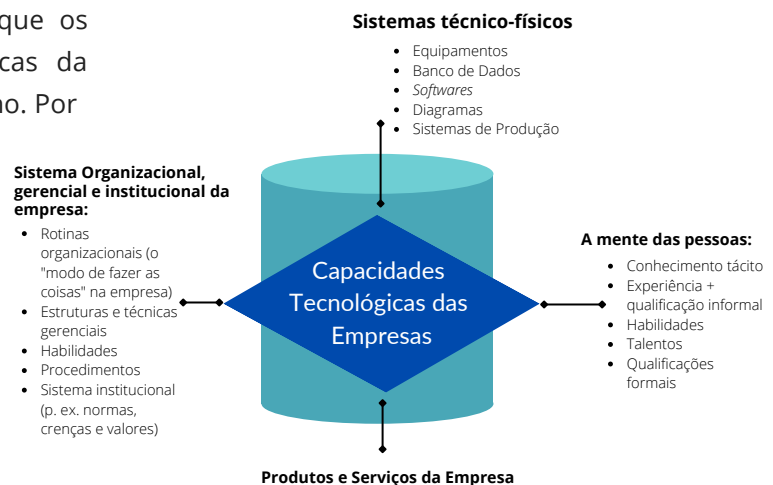
O SIFIAER opera como um ponto de convergência na hélice tríplice, em que os interesses e necessidades tecnológicas da indústria são apresentados ao governo. Por sua vez, o governo pode utilizar essas informações para melhor direcionar suas ações de fomento como o incentivo fiscal e os projetos de compensação tecnológica e industrial. O SIFIAer pode ainda ser uma valiosa fonte de informação para academia e para os institutos de pesquisa, que podem tanto conhecer as necessidades da indústria e transformá-las em projetos de desenvolvimento, como podem encontrar, no sistema, empresas com capacidade para absorver as tecnologias desenvolvidas nessas instituições.

2.3 Capacidade Tecnológica

O que diferencia o SIFIAer de outros sistemas e bancos de dados referentes às indústrias de defesa é que o Sistema proposto não se constitui em um banco de cadastro de produtos ou em um banco de cadastro de empresas simplesmente. A estrutura de cadastro do SIFIAer é focada nas Capacidades Tecnológicas das empresas.

Nesse ponto, torna-se necessário conceituar o termo Capacidade Tecnológica. Para Figueiredo (1999), capacidade tecnológica pode ser considerada como os recursos necessários para gerar e gerenciar atividades inovadoras em produtos, processos, sistemas organizacionais e equipamentos, conforme demonstrado na **Figura 1**.

Figura 1 - Dimensões da Capacidade Tecnológica.



Fonte: Figueiredo (2013).

Esse conceito é importante, pois dialoga com a END, que traz o conceito mais específico de Capacidade de Desenvolvimento Tecnológico de Defesa, sendo essa a capacidade da BID de proporcionar desenvolvimento ou modernização de Produtos e Sistemas de Defesa (BRASIL, 2020d).

De um modo geral, as capacidades tecnológicas são divididas em capacidades tecnológicas básicas ou de produção, ligadas ao uso da tecnologia, e capacidades tecnológicas avançadas ou inovadoras que permitem que a realização de mudanças tecnológicas (BELL; FIGUEIREDO, 2012).

A capacidade de produção é o tipo mais básico de capacidades tecnológicas e são caracterizadas como as capacidades inerentes ao processo de industrialização. É, portanto, a capacidade de produzir bens com níveis de eficiência satisfatórios que possam cumprir com os requisitos. Neste sentido, a capacidade tecnológica de produção está associada à assimilação de conhecimento na forma de imitação, que não necessariamente inclui o conhecimento sobre o funcionamento das coisas ou as formas para criá-las (BELL; PAVITT, 1993).

Considerando um nível maior de capacidade tecnológica, encontra-se a capacidade de inovação. Essa capacidade é referente ao domínio sobre a mudança tecnológica e inclui habilidades, conhecimentos e experiências que geralmente diferem substancialmente daquelas necessárias somente para operar sistemas técnicos existentes (BELL; PAVITT, 1993).

Capacidade de inovação é aquela que permite a empresa gerar mudança, ou seja, habilidades para modificar a tecnologia, conhecimento, experiências e arranjos organizacionais. Efetivamente,

são as capacidades que proporcionam a criação e melhoria de produtos, processos e aspectos organizacionais, assim como a criação de novos conhecimentos (BELL; FIGUEIREDO, 2012). Nesse ponto, destaca-se a classificação das capacidades tecnológicas apontada pelo especialista em offset, atuante no IFI, o Tecnologista Gilberto Corrêa (2017), demonstrada no **Quadro 1**.

Quadro 1 - Níveis de Capacidade Tecnológica.

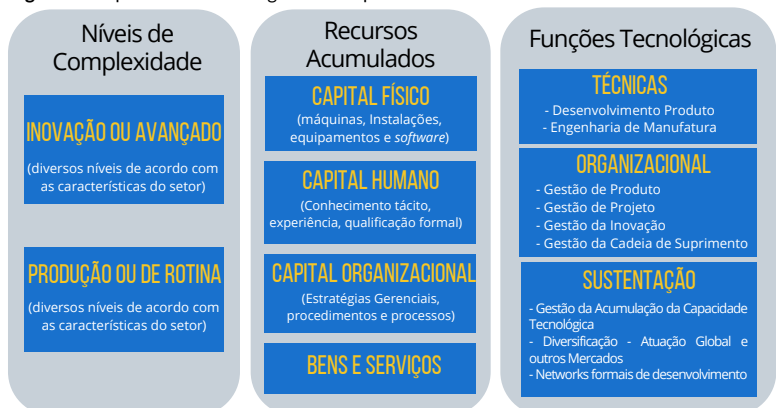
| NÍVEIS DE CAPACIDADE | EXEMPLOS ILUSTRATIVOS DESTES NÍVEIS |
|-------------------------------|--|
| Produção básica | Atendimento a especificações de processos, produção e produtos de baixo valor agregado. |
| Produção avançada | Atendimento a especificações técnicas e performance próximas a dos mercados. |
| Inovação Básica | Implementação de pequenas adaptações e melhorias. |
| Inovação Intermediária | Implementação de modificações relativamente complexas em tecnologias (baseadas em engenharia e experimentações). |
| Inovação Avançada | Implementação de atividades inovadoras próximas às dos líderes globais à base de P&D aplicado. |

Fonte: Adaptado de Corrêa (2017).

Esta classificação foi adotada para avaliar o nível das capacidades tecnológicas adquiridas nos processos de transferência de tecnologia dentro dos Acordos de Compensação de 2002 a 2017. No contexto em questão, a referida classificação se mostrou adequada para ser incorporada ao SIFIAer.

Buscando se aprofundar no embasamento conceitual para as funcionalidades propostas ao SIFIAer, buscou-se no estudo de Francelino (2016) a matriz capacidades e funções tecnológicas, demonstrado na **Figura 2**. De acordo com Francelino (2016), esta matriz pode ser adaptada de acordo com as especificidades do setor analisado, proporcionando uma avaliação mais objetiva das capacidades das empresas.

Figura 2 - Capacidades Tecnológicas da Empresa.

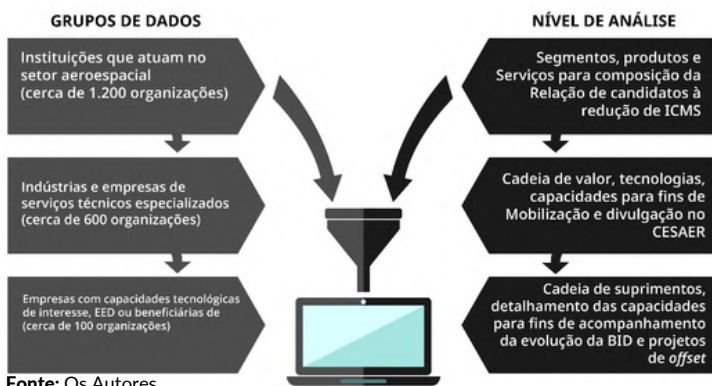


Fonte: Adaptado de Francelino (2016).

2.4 Níveis de Análise

Considerando os diversos níveis de complexidade de análises que a CDI precisa realizar para cumprir sua missão institucional, o SIFIAer foi concebido para trabalhar num conceito denominado de “funil”, em que o nível de detalhamento dos dados requeridos a serem inseridos no sistema varia conforme o nível estratégico de seus produtos ou de sua participação em projetos de *offset*. A **Figura 3** representa este conceito e demonstra os níveis de análise aplicados a cada grupo de cadastro.

Figura 3 - Análise Funil



Fonte: Os Autores.

3. ESTRUTURA DO SISTEMA

O SIFIAer consiste em um Sistema de Informações Gerenciais (SIG). Conforme a definição de London e London (2007, p.7), SIG é “um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, à coordenação e ao controle de uma organização”. Um SIG auxilia os gestores a analisar problemas e situações complexas. Trata-se de uma abordagem sistêmica que, segundo Cavalcanti e Paula (2006, p.6), pode ser entendida como um “conjunto de objetos, com relação entre objetos e atributos relacionados com cada um deles e com o ambiente, de maneira a formar um todo”.

London e London (2007) apontam que os Sistemas de Informações contribuem para o atendimento de objetivos organizacionais, como a excelência operacional; apoiam o lançamento de novos produtos, serviços e modelos de negócios; possibilitam relacionamentos mais próximos com clientes e fornecedores; permitem melhores tomadas de decisões; e, com isso, agregam valor e contribuem com a sustentação do negócio. Nisso considera evoluções, principalmente as tecnologias de informação e comunicação, que

afetam desde atividades cotidianas até aspectos culturais, requerendo uma estrutura adequada das interfaces sociais, como as formas de prestação de serviços, arcabouço legal entre outras questões. Conforme a **Figura 4**, o SIG possui três atividades básicas: entrada, processamento e saída. Essas atividades produzem as informações e *feedback* para refinamento das entradas, de forma a interagir com o ambiente externo à organização.

Figura 4 - Atividades básicas do sistema de informações.



Fonte: Adaptada de London e London (2007).

Um SIG ultrapassa a dualidade *software* e *hardware*. Envolve também aspectos comportamentais e técnicos relativos à dimensão humana. Dessa forma, o sistema possui centralidade na tríade organização, tecnologia e pessoas (LONDON; LONDON, 2007). Considera também os conceitos de Gestão de Alta Performance, os quais, de acordo com Grove (2020), abordam o fluxo de atividades, a integração entre as operações e o gestor, e os indicadores alinhados aos objetivos com foco na geração de valor.

Considerando o ambiente do Sistema, conforme **figura 4** (apresentada na página anterior), os fornecedores consistem nas organizações que atuam no setor aeroespacial. Os reguladores são compreendidos pelos órgãos competentes conforme o tema abordado, por exemplo: a COPAC para assuntos de *offset*; o CONFAZ para assuntos do COTEPE ou o Ministério da Defesa para assuntos relacionados a Produtos de Defesa. Os gestores sendo o IFI e o DCTA. Por fim, os clientes representados pelo DCTA, EMAER e a sociedade em geral conforme o caso.

Na perspectiva de gestão interna, o sistema considera os conceitos de Gerenciamento da Rotina, conforme os conceitos de Campos (1994). Neste ponto, requer o entendimento dos processos e atividades, o que envolve o exame da razão de sua existência. A partir disso, despendem-se esforços para atuar sobre os pontos problemas e melhorias do processo. Após, realizar-se-á a padronização, por meio da revisão dos documentos que norteiam as

atividades, como Instruções de Trabalho Internas (IT), Norma Padrão de Ação (NPA) e Instruções do Comando da Aeronáutica (ICA), atualizando, assim, os “instrumentos que indicam as metas (fins) e os procedimentos para a execução do trabalho (meios), de tal maneira que cada um tenha condições de assumir a responsabilidade de seu trabalho” (FALCONI, 1994, p.31). Nisso, estabelece as formas para o tratamento de desvios, monitoramento, gestão e melhoria dos resultados.

Para tanto, considerou-se o exame das atribuições da CDI no RICA 21-80 e no Plano Setorial do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial para o Período de 2021 a 2024 (PCA 11-53), à luz de normas e referências aplicáveis, como a ABNT NBR ISO 9.001 – Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos, ABNT NBR ISO 9.004 – Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para a melhoria de desempenho, NPA-IFI 01-002 - Pesquisa de Satisfação do Cliente, Relatório Técnico de Avaliação da Qualidade em Serviços Públicos (SILVA et al, 2019), NPA-IFI 02-064 - Lições aprendidas do IFI e NPA-IFI 02-053 - Gerenciamento por processo no IFI.

A partir disso, para que o sistema seja eficaz e efetivo, sua implantação também contempla um plano de revisão e integração dos processos, bem como a comunicação entre as partes interessadas e o treinamento junto aos especialistas que operarão o sistema, pois, conforme Falconi (2009 p.28), “tudo que for feito em qualquer nível da organização no sentido de melhorá-la deve resultar em modificações em seus procedimentos e padrões”.

Como premissas básicas, o sistema considera os seguintes pontos:

i) Flexibilidade: O sistema é adaptável às alterações de estrutura organizacionais, processos e taxonomias, tendo, aproximadamente, 100 itens parametrizáveis. Espera-se que haja longevidade do sistema sem a necessidade de intervenções do apoio técnico que requeira desenvolvimento de TI para a realização de ajustes em função de alterações administrativas.

ii) Processo: Todo o processamento é realizado por meio de uma demanda, podendo haver uma ou mais saídas.

iii) Documentos: Não haverá tramitação de documentos externos, exceto aqueles requeridos pela ICA 78-14 – Cadastro de Empresas na Relação de Candidatas ao Benefício Fiscal do Convênio ICMS 75/91 e no Catálogo de Empresas do Setor Aeroespacial, para comprovar o objeto social e vínculos das pessoas associadas ao cadastro de uma organização. Esta premissa visa a segurança da informação, dado o tratamento específico de documentos

classificados que podem ser considerados nas atividades.

iv) Dados mínimos: Dada a complexidade dos processos, buscou-se exigir o mínimo de dados obrigatórios, sendo que o sistema permite o aprofundamento das informações, conforme a necessidade da análise. Neste princípio, aplicam-se também os requisitos da Lei Geral de Proteção de Dados – LGPD (Lei 13.709/2018), com isso, em relação aos dados pessoais, solicitam-se apenas o nome, o CPF, a data de nascimento, o documento com foto, para a identificação da pessoa, o telefone e o e-mail para a realização de contatos, caso necessário.

Conforme Falconi (2009) o sistema de informações interliga as interfaces a fim de se atingir os resultados da organização. Além disso, como ferramenta, mostra onde cada integrante do processo se insere. De forma a atender esses conceitos e interfaces, conforme demonstrado na **Figura 5**, o sistema foi arquitetado em módulos, sendo: usuários internos; usuários externos; cadastro de organizações; *offset*; demandas; gestão e saídas.

Figura 5 - Módulos do SIFIAer.



Fonte: Os Autores.

3.1 Usuário Externo

O módulo é direcionado para que o público externo à CDI tenha acesso ao SIFIAer. Este acesso pode ser tanto para o público interno à FAB quanto para o público externo em geral, que acessarão o Sistema a fim de cadastrar e gerenciar os dados das respectivas organizações com as quais possuem vínculos. Uma vez cadastrado, o usuário poderá ser associado a alguma organização já existente no Sistema ou inserir uma nova. Uma vez associado à organização, o IFI poderá também associar o usuário a algum projeto de *offset*, de acordo com sua atribuição, ou seja, beneficiário, contratante ou contratado.

3.2 Usuário Interno

Este módulo tem por objetivo o cadastro dos militares e servidores da CDI que irão operar o Sistema. Com base no Regimento Interno do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (RICA 21-80), o módulo é estruturado em três subprocessos, sendo: *offset*, para os especialistas que atuam na Subdivisão de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica (CDI-ST) na análise e acompanhamento de acordos e projetos de *offset*; análise empresarial, para os usuários que atuam na Subdivisão de Análise Empresarial e Mobilização Industrial (CDI-SE), na análise de empresas para fins de incentivo fiscal, mobilização, classificação de produtos de defesa, entre outras análises da Base Industrial de Defesa Aeroespacial; e apoio, destinado para a gestão de atividades de suporte à gestão da CDI e Subdivisões, tais como gerenciamento de rotinas e demais atividades desdobradas pela Chefia da CDI e Subdivisão de Apoio (CDI-SA).

Além dessa estrutura, há também os níveis de acesso de usuário, gestor e configuração. O acesso de gestor permite a abertura e gestão de demandas e privilégios para a exclusão de itens restritos. O acesso de configuração possibilita a realização de parametrizações do sistema, enquanto o usuário é o acesso para a operação rotineira do sistema.

O módulo possui interface direta com os módulos de *offset*, demandas e gestão para a realização de cadastros, vinculação de usuários externos, planejamento e execução das demandas, além da gestão dos processos.

3.3 Organizações

O módulo é destinado às empresas do setor aeroespacial, organizações militares, Institutos de Ciência e Tecnologia, entre outras instituições, conforme as definições e requisitos da ICA 78-14 e ICA 360-2 – Gestão de Acordos de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. As informações inseridas neste módulo serão os insumos para as atividades da CDI, por meio dos processos de análise empresarial e *offset*, conforme os respectivos documentos de referência.

O cadastro inicia-se com informações básicas, tais como razão social, Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ), Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), endereço e segmento de atuação, entre outras características. No grupo de gestão, podem ser informados as parcerias, benefícios e programas governa-

mentais de que a empresa participa. Além disso, é possível informar dados sobre os recursos humanos, faturamento, indicadores financeiros e projetos estratégicos, como Pesquisa & Desenvolvimento.

No grupo capacidades, podem ser inseridos dados sobre as instalações, certificações, sistema de gestão, patentes, processos industriais, áreas de atuação, tecnologias, produtos (serviços, projetos e bens) e respectivos concorrentes, clientes e fornecedores.

O nível das informações a serem inseridas varia conforme o tipo de segmento de organização cadastrada. Por exemplo, caso se trate de uma empresa da rede de comércio, fornecedora para a cadeia aeroespacial, não serão habilitadas as abas de dados referentes a processos, gestão, *offset* e CESAER; ao contrário, caso se trate de uma indústria do segmento aeroespacial.

Para o cadastro, toda organização deve ter ao menos um representante legal associado a ela. Este representante é notificado quando há uma nova associação de usuário ou uma solicitação da empresa. Também, devem-se inserir o ato constitutivo e os documentos comprobatórios do vínculo que as pessoas associadas com o cadastro possuem com a empresa.

Ainda, há interface com o módulo de *offset*, para a inserção de informações básicas sobre a participação de projetos. Há também a área para realização e acompanhamento de solicitações, as quais passarão a ser tratadas como demandas pela CDI.

3.4 *Offset*

Módulo que contempla os cadastros de acordos, projetos e transações para a gestão desses elementos quando houver interface com o IFI. Isso considera desde o processo seletivo até o acompanhamento dos resultados do projeto, em termos de efetividade. Também será desenvolvida a interface para o cadastro e gestão das necessidades tecnológicas por parte da indústria e da FAB. Este módulo é de acesso exclusivo à CDI, tendo interfaces específicas ao público externo quanto a entradas relacionadas às organizações e pendências direcionadas a representantes vinculados aos projetos.

Para tanto, o módulo é composto pelos seguintes elementos:

i) Cadastro de Acordo e Projetos:

Consiste no gerenciamento de acordos e projetos de *offset*. Nessa seção é possível registrar o processo de seleção do acordo até o detalhamento das transações dos respectivos projetos;

ii) Acompanhamento de Projetos:

Permite o acompanhamento da evolução dos acordos por meio dos créditos solicitados e recomendados. Contempla também o cadastro das fichas de acompanhamento pelas organizações beneficiárias;

iii) Prospecção:

Atua como elo de interface entre as organizações da BID do setor aeroespacial e o COMAER, a fim de auxiliar o levantamento de necessidades tecnológicas para apoiar a

elaboração de requisitos estratégicos em processo seletivo a ser proposto pelo EMAER, previsto nas instruções de *offset*; e

iv) Resultados de *offset*: Permite o registro do resultado de *offset* de curto a longo prazo, a fim de apoiar a avaliação da efetividade dos projetos.

3.5 Demandas

Módulo que permite o relacionamento dos demais módulos entre si. É nele que há o processamento dos dados em informações para se obter as saídas. Neste módulo, é possível planejar as demandas de forma flexível, conforme a necessidade de cada tipo de atividade, tal como a criação de etapas ou tarefas, quantas forem necessárias, a exemplo da análise crítica, obedecendo aos requisitos da ABNT NBR ISO 9001.

No planejamento, pode-se indicar a prioridade em termos de importância e urgência conforme a matriz de Eisenhower, designar especialistas, realizar a gestão de tempo (em homem-hora) e esforço das demandas (em dias), bem como analisar requisitos preliminares e relacionar documentos. Neste ponto, ressalta-se que os documentos não possuem interfaces externas a fim de garantir a segurança da informação referentes a documentos que podem ser classificados. Ainda, é feito o relacionamento da atividade com os objetos de análise, ou seja, conforme o caso, organizações, projetos de *offset* e suas transações, necessidades tecnológicas e outras demandas.

Na execução, é possível registrar anotações e históricos, gerar pendências (internas e externas ao âmbito da CDI, inclusive para empresas), analisar requisitos e registrar lições aprendidas. Caso seja requerida, uma demanda pode ter uma ou mais saídas, que são conclusões acerca de análises, como pareceres sobre um assunto, por exemplo “atende ou não requisitos” e, ou, relatórios. O status e parecer de uma demanda, caso necessário, pode ser exposto na área de solicitação da organização para acompanhamento e *feedback*.

3.6 Gestão

Módulo que trata do gerenciamento da rotina dos processos da CDI. O módulo é composto pelos seguintes elementos:

i) Comunicação: Destinado à interlocução entre CDI e usuário (fale conosco). Também é utilizado para o envio de comunicados para grupos específicos de usuários;

ii) Pesquisa: É a parte que gerencia as respostas das pesquisas de satisfação, ou outra pesquisa relacionada à demanda, enviadas aos usuários;

iii) Lição aprendida: Componente para gerenciar as lições aprendidas cadastradas durante o processo de execução das demandas. Este gerenciamento envolve a deliberação sobre a procedência do cadastro, classificação, ações subsequentes e *feedback* ao especialista;

iv) Incentivo fiscal: Este componente integra as interfaces referentes ao Incentivo Fiscal previsto pelo Convênio ICMS 75/91 para que as empresas tenham acesso a seu status. É o *input* de dados de Ato COTEPE e Ofícios do CONFAZ referente às empresas, que, junto às Relações de Candidatas geradas pelo sistema, possibilitam a consulta pela empresa, em sua área exclusiva, ou pelo IFI, por meio de filtros combinados;

v) Relatórios de processos: São relatórios diversos a fim de obter o desempenho dos processos da CDI, tais como esforços previstos e realizados, demandas por prioridades, grau de alcance das metas fins, conforme estabelecidos pelo Programa de Trabalho Anual (PTA) e indicadores meios (como a performance dos processos em termos de prazos, utilização de recursos e qualidade), dessa forma obtendo, respectivamente, medidas de eficácia e eficiência.

3.7 Saídas

Este módulo permite extrair informações organizadas em formas de relatórios ou instrumentos parametrizados destinados aos interessados, tais como:

- i)** fichas de necessidades tecnológicas ao EMAER;
- ii)** gestão de acordos e projetos de *offset*, tais como pareceres relativos a reconhecimento de créditos de *offset*, relatório de acompanhamento de projetos e relatórios consolidados de alto nível;

iii) produtos das análises empresariais, como por exemplo pareceres à empresa quanto às suas solicitações; relação de empresas candidatas ao Convênio ICMS 75/91; CESAER; avaliações sobre produtos de defesa ou estratégico de defesa (PRODE ou PED); capacidades e demais aspectos empresariais, além da realização de relatórios consolidados de alto nível.

4. DESENVOLVIMENTO

O SIFIAer foi desenvolvido por meio da metodologia SCRUM. Conforme Schwaber (1997), trata-se de uma metodologia de desenvolvimento ágil. O SCRUM facilitou a interação entre a equipe de desenvolvimento, os interessados da CDI (cliente) e a equipe de teste. Como ferramenta, foi utilizado o GITLAB, uma ferramenta completa e gratuita. De acordo com Hethey (2013), o GITLAB oferece gerenciamento de repositório de código fonte, controle das atividades durante as diversas etapas do processo de desenvolvimento e levantamento de requisitos.

O levantamento de requisitos foi implementado por meio de histórias do usuário, ou simplesmente, *story*. No *story*, o cliente descreve as suas necessidades de modo que o desenvolvedor possa atender às suas expectativas. Cada *story* pode conter textos, tabelas, imagens, vídeos, áudios etc., com o intuito de deixar o requisito de *software* o mais claro possível. Esse mecanismo é essencial para um desenvolvimento ágil, pois evita o retrabalho pela equipe de desenvolvimento.

O Sistema foi desenvolvido em JAVA e utiliza um banco de dados MySQL. Este banco de dados possui cerca de 250 tabelas com um total de mais de 1200 colunas. O desenvolvimento foi realizado com o *framework* de interface com o usuário denominado *Java Server Faces* e o código fonte possui mais de 60 mil linhas.

Uma das principais vantagens do desenvolvimento do SIFIAer internamente ao IFI está relacionada à segurança de *software*, tendo em vista que somente os desenvolvedores do IFI tiveram acesso ao código do sistema. Outra vantagem é a flexibilidade na manutenção, pois a equipe pode atender prontamente às diversas necessidades de atualização e reparo. Neste ponto, destaca-se o rigor metodológico na padronização e nomenclaturas utilizadas, a fim de facilitar a manutenção futura do sistema, dada sua complexidade.

A CVD-TI obteve avanços significativos no desenvolvimento do SIFIAer. Tais avanços são demonstrados pela aquisição de experiência e conhecimentos adquiridos no decorrer do desenvolvimento, pois a equipe foi compelida a evoluir no domínio de novas tecnologias de desenvolvimento, tornando o desafio ainda maior.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Para além dos resultados já conhecidos inerentes ao uso de sistemas informatizados, quais sejam, maior velocidade na execução das tarefas, melhor uso dos recursos humanos, capacidade de tratar grande volume de dados, dentre outros, o SIFIAer

trará também resultados específicos para os trabalhos realizados na CDI.

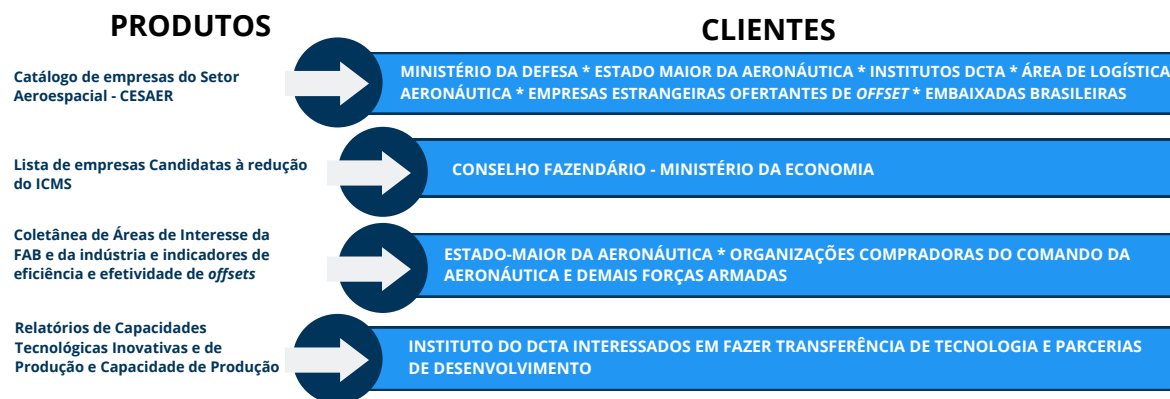
O projeto de desenvolvimento e implantação do SIFIAer já tem trazido frutos para o IFI, tendo em vista que a partir de março de 2021 as empresas já podem fazer seu cadastro no IFI de forma digital, inclusive com o *upload* de documentos que antes eram apresentados ao IFI por meio de envio postal ou presencialmente no instituto.

Em setembro de 2021, a CDI iniciou a realização do processo de análise empresarial pelo SIFIAer, proporcionando a geração do CESAER em um formato digital, disponível para acesso *on-line* na página do IFI, com imagens, descrição das capacidades e produtos das empresas, possibilitando também a aplicação de filtros que facilitam a busca pelos usuários.

O próximo passo é o desenvolvimento do módulo de *offset* que possibilitará o levantamento de necessidades e interesses tecnológicos das indústrias aeroespaciais, além de possibilitar um acompanhamento mais ágil dos projetos em execução.

Um resultado muito importante que se espera chegar com o SIFIAer é a condição de gerar indicadores para monitoramento e avaliação das políticas de fomento do setor aeroespacial e relatórios, tanto sintéticos, considerando grupo ou segmentos de empresas, como analíticos, focados em aspectos de uma empresa específica. A **Figura 6** apresenta a visão geral dos produtos e respectivos clientes que o SIFIAer pretende atender.

Figura 6 - Visão Geral - Produtos e Clientes do SIFIAer.



Fonte: Os Autores.

6. CONCLUSÃO

O SIFIAer despontou como um SIG, ferramenta que busca integrar e maximizar o uso das informações coletadas pela CDI, de forma a apoiar o fluxo de trabalho e elevar o nível de eficiência e efetividade dos processos de análise empresarial e assessoria em *offset*. Nisso se destacam os aspectos de digitalização e integração das atividades, o que reflete na otimização da força de trabalho, seja pela padronização, podendo resultar em menor tempo de capacitação para a CDI-ST, seja pela otimização de fluxos, refletindo em menos esforço necessário para a CDI-SE. Não se consideram, também, os ganhos para a equipe da Coordenadoria de Tecnologia da Informação do IFI (CVD-TI) no domínio de técnicas para o desenvolvimento de sistemas.

A convergência com diretrizes de alto nível, tais como PND, END e PMAER, incide sobre o alinhamento estratégico dos processos suportados, contribuindo para o atendimento da missão do IFI junto aos órgãos superiores. Neste mesmo sentido, o conceito de hélice tríplice agrega valor a esta missão com maior potencial de benefícios à sociedade como um todo, principalmente ao segmento aeroespacial. Ainda, com a utilização do conceito de capacidade tecnológica, principal direcionador de coleta de dados do sistema, apresenta-se como fator-chave para a estruturação de saídas estratégicas, como análises e levantamentos específicos, identificação de lacunas e acompanhamento da evolução das competências da BID do segmento aeroespacial.

Para tanto, como método, a aplicação do “funil” de análise permite à CDI aplicar esforços adequados para cada tipo de atividade executada. Neste tocante, sobressai o aspecto de flexibilidade, com parâmetros adaptáveis a variações de métodos e análises. Contudo, há de se evoluir na revisão dos documentos dos processos, na maturidade dos parâmetros estabelecidos bem como na padronização e capacitação para a operação.

Por fim, considerando os conceitos, estrutura e resultados incipientes da implantação, é possível concluir que o SIFIAer desponta como uma ferramenta essencial para o desempenho das atividades da CDI, com potencial de elevar o nível de valor dos produtos resultantes dos processos. Além disso, pode ser uma ferramenta colaborativa para levantamentos de estudos técnicos e científicos que, por sua vez, realimentarão e contribuirão para a evolução da ferramenta. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO 9001:2015. Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO 9.004:2019 – Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para a melhoria de desempenho. Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

BELL, Martin; FIGUEIREDO, Paulo N.. Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research. Canadian Journal Of Development Studies/revue Canadienne D'études Du Développement, [s.l.], v. 33, n. 1, p.14-40, Informa UK Limited. 2012.

BELL, Martin; PAVITT, Keith. Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. Industrial And Corporate Change, [s.l.], v. 2, n. 1, p.157-210. Oxford University Press (OUP). 1993.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, DCA 11-118 – Diretriz de Planejamento Institucional. Brasília, 2020a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, ICA 360-2 - Gestão de Acordos de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. Brasília, 2020b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, ICA 78-14 - Cadastro de Empresas na Relação de Candidatas ao Benefício Fiscal do Convênio ICMS 75/91 e no Catálogo de Empresas do Setor Aeroespacial. Brasília, 2018.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, PCA 11-47 - Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2018 – 2027 – PEMAER. Brasília, 2018.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, PCA 11-53 - Plano Setorial do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial para o Período de 2021 a 2024. Brasília, 2020c.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, RICA 21-80 - Regimento Interno do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial. Brasília, 2021.

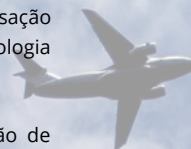
BRASIL. Conselho Nacional de Política Fazendária - CONFAZ, Convênio ICMS 75/91 - Dispõe sobre a concessão de redução de base de cálculo do ICMS nas saídas de aeronaves, peças, acessórios e outras mercadorias que especifica. Brasília, 1991.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet).

BRASIL. Ministério da Defesa, Secretaria de Assuntos Estratégicos. Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa. Brasília, 2020d.

CAMPOS, Vicente F., Vicente. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Rio de Janeiro: Bloch editores, 1999.

CAVALCANTI, Melissa F.; PAULA Verônica A.F. Teoria geral de sistemas. In Visão sistêmica e administração: conceitos metodologias e aplicações. São Paulo: Saraiva, 2006.



CORRÊA, Gilberto M. Resultados da política de offset da aeronáutica: incremento nas capacidades tecnológicas das organizações do setor aeroespacial brasileiro. Dissertação Mestrado (Ciências e Tecnologias Espaciais, Área de Gestão Tecnológica) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, São José dos Campos, 2017.

FALCONI, Vicente. O verdadeiro poder. Nova Lima: Editora Falconi, 2009.

FIGUEIREDO, Paulo N. de. Gestão de Capacidade Tecnológica e Competitividade. Apresentação em slides. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, 2013.

FIGUEIREDO, Paulo N. de. Technological Capability Accumulation Paths And The Underlying Learning Processes In The Latecomer Context: A Comparative Analysis Of Two Large Steel Companies In Brazil. 1999. Tese (Doutorado) - Curso de Filosofia, Science And Technology Policy Research, University Of Sussex, Sussex, 1999.

FRANCELINO, J.A. Impactos tecnológicos de programas de aquisição de aeronaves militares sobre o nível de capacitação da indústria aeronáutica brasileira. Tese de Doutorado (Ciências e Tecnologias Espaciais, Área de Gestão Tecnológica) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, São José dos Campos, 2016.

GROVE, Andrew S. Gestão de Alta Performance: tudo o que um gestor precisa saber para gerenciar equipes e manter o foco em resultados. Tradução de Cristina Yamagami, São Paulo: Benvirá, 2020.

HETHEY, Jonathan M. GitLab Repository Management. Packt Publishing, 2013.

INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL – IFI. NPA-IFI 01-002 - Pesquisa de Satisfação do Cliente, 2014.

INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL – IFI. NPA-IFI 02-064 - Lições aprendidas do IFI, 2021.

INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL – IFI. NPA-IFI 02-053 Gerenciamento por processo no IFI, 2021.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. Sistemas de Informação Gerencial. 7ª Ed. São Paulo: Pearson, 2007.

SCHWABER, Ken. Scrum development process. In: Business object design and implementation. Springer, London, 1997. p. 117-134.

SILVA, Wander C. P. S. et al, Avaliação da Qualidade em Serviços Públicos: relatório técnico. Brasília: UNB, 2019.

ETZKOWITZ, Henry; ZHOU, Chunyan. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. Estudos avançados, v. 31, p. 23-48, 2017.



ÁREA: METROLOGIA AEROESPACIAL

**IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO RRVG -
RASTREABILIDADE REMOTA VIA GPS PARA
GRANDEZA DE TEMPO E FREQUÊNCIA**

Autora: Michelly Karoline Alves Santana

Tecnologista / Gerente do Projeto RRVG

Setor no IFI: Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial

michellymkas@fab.mil.br

RESUMO

Os laboratórios da Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial (CMA, do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) fazem parte do complexo laboratorial denominado Laboratório Central de Calibração (LCC) do Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA) e prestam serviços de calibração, em Tempo e Frequência e Alta Frequência, que disseminam a rastreabilidade para sistemas importantes da Força Aérea Brasileira, desde calibração de equipamentos embarcados em aeronaves, sincronização de radares até o controle do espaço aéreo. Atualmente, o Padrão de Frequência de Césio do LCC é transportado ao Observatório Nacional, para realização da calibração presencial. A proposta, inovadora no âmbito do SISMETRA, que está sendo apresentada nesse projeto, prevê a realização da calibração remota desse padrão, sem necessidade de transporte do item, de forma a minimizar os riscos oriundos do transporte e garantir a confiabilidade e rastreabilidade das medições de tempo e frequência, sem necessidade de interrupção de serviços de calibração, mantendo o padrão calibrado e ajustado em tempo real.

Palavras-chave: Comparação remota; Rastreabilidade remota; Padrões de frequência; GPS; Escala de tempo.



1. INTRODUÇÃO

A Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial (CMA), através do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), realiza serviços de calibrações e ensaios para o setor aeroespacial e garante confiabilidade e rastreabilidade para as medições realizadas no setor atendendo laboratórios e departamentos que necessitam desses serviços.

Os laboratórios de calibração do IFI fazem parte do complexo laboratorial denominado Laboratório Central de Calibração (LCC) do Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA). Dentre os serviços prestados pelo LCC estão os de metrologia de Tempo e Frequência e Alta frequência, que garantem a rastreabilidade de sistemas importantes da Força Aérea Brasileira (FAB), desde calibração de equipamentos embarcados em aeronaves, sincronização de radares até o controle do espaço aéreo.

Atualmente, o IFI mantém a rastreabilidade ao segundo nível do SI (Sistema Internacional de Unidades) com o transporte de seu Padrão de Frequência de Césio para o Observatório Nacional (ON), localizado no Rio de Janeiro, para realização da calibração nas dependências da Divisão do Serviço da Hora.

Para se obter a rastreabilidade de forma remota, inovadora no âmbito do SISMETRA, o IFI busca através de acordos de cooperação técnico-científicas com seus parceiros Observatório Nacional (ON) e Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnolo-

gia (INMETRO) a implementação do projeto Rastreabilidade Remota via GPS (RRVG) com atividades que visam a confiabilidade e rastreabilidade das medições de tempo e frequência, sem necessidade de interrupção de serviços de calibração, mantendo o padrão do laboratório LCC calibrado e ajustado em tempo real e a não necessidade de transporte do padrão ao Rio de Janeiro-RJ para calibração presencial, evitando os riscos inerentes ao deslocamento e transporte do padrão.

2. RASTREABILIDADE REMOTA VIA GPS

A proposta apresentada no projeto RRVG prevê a realização da calibração remota do Padrão de Frequência de Césio por meio da implantação de uma estação de escala de tempo local no IFI para aquisição de dados de comparação de tempo padrão do LCC e os relógios embarcados nos satélites da constelação GPS (*Global Positioning System*), por meio de receptores geodésicos.

Para entender como a rastreabilidade remota funciona, primeiro é preciso entender os conceitos de transferência de frequência e estudo de viabilidade realizado pelo ON nas instalações do IFI.

2.1 Transferência de Tempo e Frequência

Sinais usados para transferir tempo e frequência são normalmente referenciados a padrões atômicos sincronizados a UTC (*Universal Time Coordinated*). A informação enviada por um transmissor chega a um receptor com um atraso. Dependendo do tipo de aplicação prevista para o tempo e a fre-

quência transmitidos, este atraso deve ser removido. Pode-se remover o atraso utilizando-se técnicas apropriadas para estimá-lo e aplicando-se correções ao sinal recebido. A correção pode ser computada se as posições de ambos, transmissor e receptor, são conhecidas. Se o transmissor é estacionário, sua posição é uma constante. Se o transmissor está em movimento, ele deve transmitir continuamente sua posição e o tempo.

Os Sistemas Globais de Posicionamento por Satélites (GNSS) são exemplos de sistemas em que o transmissor está em movimento. Cada satélite transmite sua posição, e o receptor pode utilizar as coordenadas de diversos satélites visíveis, num dado momento, para computar sua própria posição.

As informações transmitidas incluem um código de tempo, que pode ser utilizado para ajustar o registro data-hora. Os códigos de tempo carregam UTC, em hora, minuto e segundos, e a data, além de diversas outras informações importantes.

2.2 Transferência de Tempo e Frequência via GNSS e Técnica P3

Os Sistemas Globais de Posicionamento por Satélites (GPS, GLONASS, GALILEO e BEIDOU) são sistemas de navegação, que podem ser utilizados em praticamente qualquer localização do planeta. São constituídos por constelações de satélites que orbitam a Terra a alturas superiores a 20.000 Km, em planos fixos e inclinados em relação ao equador terrestre, com períodos orbitais de aproximadamente 12h.

Ao processar os dados recebidos dos satélites, um receptor GNSS em terra pode determinar sua própria posição com uma incerteza inferior a 2m. Os satélites transmitem em diversas frequências exclusivas. Modulados na portadora são propagados diversos tipo de códigos (PRN).

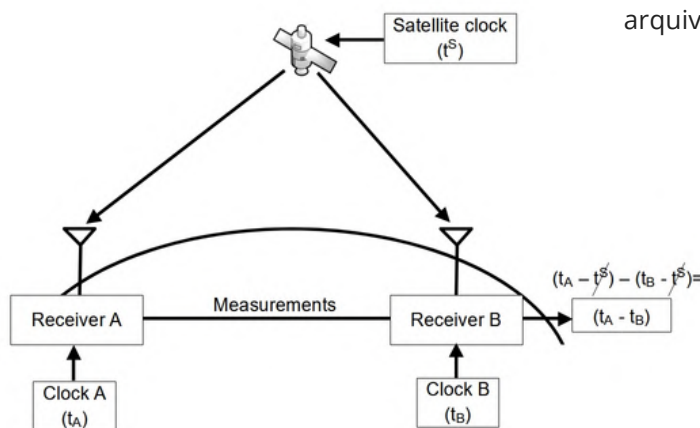
Para transferência de tempo e frequência via GNSS podem ser empregadas também diversas técnicas. A técnica denominada P3 utiliza os códigos P, transmitidos simultaneamente em, pelo menos, duas frequências diferentes. A combinação linear dos códigos P1 e P2 permite a construção de um terceiro código que, em primeira aproximação, está livre dos efeitos ionosféricos que gravemente comprometem as informações transmitidas.

Cada satélite carrega padrões de tempo e frequência de césio e/ou rubídio, sincronizados e sintonizados a uma escala de tempo própria (GPST, BDT etc.), mantidas sempre a menos de 20 nanosegundos (ns) de UTC. Essas escalas de tempo podem ser comparadas, em tempo real, aos sinais de tempo provenientes de padrões de tempo e frequência instalados em laboratórios de metrologia distribuídos pelo planeta.

Utilizando-se o método denominado Visada Comum, ilustrado na **Figura 1**, podemos determinar a diferença em tempo entre duas estações terrestres de forma remota. Este é o método utilizado pelo Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM) para comparar todos os dados enviados pelos laboratórios parceiros e determinar as correções que cada laboratório deve aplicar a seus padrões de

tempo e frequência, de modo a manter suas escalas locais UTC(k) a menos de 20ns de UTC. Este é, igualmente, o método que pode ser empregado para fornecer rastreabilidade remota a padrões de tempo e frequência nacionais a uma referência local UTC(k).

Figura 1 - Descrição esquemática do método Visada Comum.



Fonte: A Autora.

2.3 Estudo de viabilidade da aplicação da técnica P3 ao Padrão do IFI

A pesquisa científica, realizada no âmbito do acordo de cooperação técnico-científico firmado entre DCTA/IFI e Observatório Nacional (ON), visava investigar, a partir de um experimento de transferência de tempo e frequência via GPS, a viabilidade de padrões de tempo e frequência nacionais obterem rastreabilidade remota à referência nacional UTC(ONRJ), gerada e mantida pelo ON, conforme plano de trabalho integrante do acordo.

Utilizando-se um sistema de aquisição de dados, composto por um receptor GNSS geodésico e sua antena, acoplado ao Padrão de Frequência de Césio do IFI, foram coletados por um período de 100 dias as diferenças de tempo entre os satélites da Constelação GPS e o padrão. A aquisição de

dados foi precedida de uma etapa de calibração de cabos e interna do próprio receptor.

Os dados válidos foram obtidos em 87 dias, tendo ocorrido 3 lacunas nas séries temporais, devido a interrupções no rastreamento dos satélites ou falhas na aquisição e/ou geração dos arquivos de dados (13 dias perdidos).

As conclusões desta pesquisa permitiram afirmar que, com a aplicação do método denominado Visada Comum e o emprego da Técnica P3, tal viabilidade foi confirmada. Porém vale destacar que, um teste definitivo, que incluiria ajustes ao Padrão de Frequência de Césio do IFI, com posterior aquisição adicional de medidas, não foi realizado. Tais ajustes implicavam a perda da rastreabilidade atualmente em vigor, fornecida pelo ON, a partir de medidas feitas de forma presencial.

A decisão acerca da implementação de tais ajustes foi exclusiva do IFI, que considerou todas as alternativas mencionadas nos resultados da pesquisa que seriam: implementação da "Solução Inmetro" [(efetuando os ajustes e obtendo rastreabilidade a referência UTC (INXE)], realização de nova calibração presencial no ON (após ajustes e que não incluam a resincronização do Padrão IFI) ou busca de rastreabilidade a alguma referência internacional.

3. IMPLEMENTAÇÃO DA "SOLUÇÃO INMETRO"

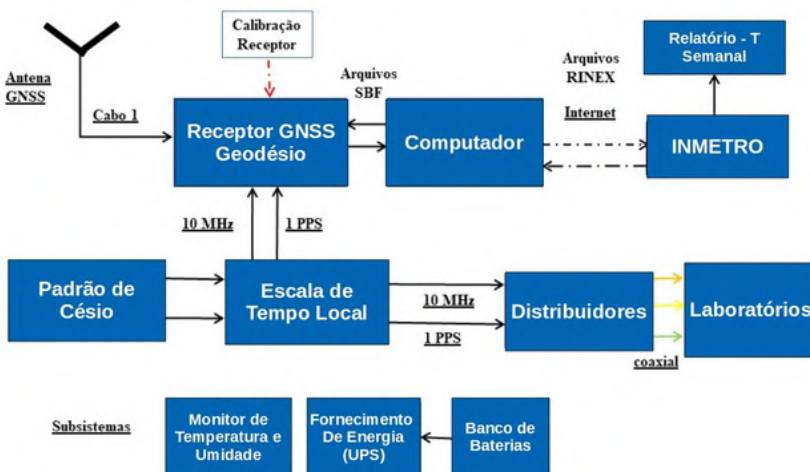
Para continuidade do projeto, o IFI decidiu pela implementação da "Solução INMETRO", que foi replanejada como fase 2 do projeto

RRVG. A fim de viabilizar as atividades necessárias para implementação da nova fase do projeto, foi firmado um acordo de cooperação técnico-científico entre DCTA/IFI e INMETRO em julho de 2020. A assinatura do acordo marca o início da fase 2 do projeto.

O escopo desta nova fase consiste em implantar uma estação de escala de tempo local no IFI para aquisição de dados de comparação de tempo e frequência usada no LCC e os relógios embarcados nos satélites da constelação GPS, por meio de receptores geodésicos. Em seguida, utilizando o Método de Visada Comum, os resultados são comparados, através do método P3, em relação à escala de tempo local UTC (INXE) do INMETRO-Xerém, permitindo obter correções para a escala de tempo do IFI.

Na **Figura 2** temos a descrição esquemática do *setup* de operação do projeto RRVG no Laboratório Central de Calibração do SISMETRA.

Figura 2 - Descrição Esquemática do Setup de operação do RRVG.



Fonte: A Autora.

Atualmente, o IFI já concluiu etapas importantes da implementação do projeto RRVG. Com o *setup* já operacional, conforme **Figura 3**, foram iniciadas as aquisições de dados de comparação de tempo e frequência com os relógios embarcados nos satélites da constelação GPS. A próxima etapa será a comparação dos dados em relação à escala de tempo local UTC (INXE) para obtenção das correções necessárias da escala de tempo do IFI, obtendo-se assim a rastreabilidade remota.

Figura 3 - Antena receptora e *setup* do Padrão de Frequência de Césio do IFI.



Fonte: A Autora.

Em paralelo às atividades de operacionalidade do projeto, também estão em andamento a formação de recursos humanos capacitados para a operação do sistema, que consiste no treinamento de alguns técnicos do IFI na operação da escala de tempo, imprescindível para a transição do projeto para uma atividade de rotina do laboratório.

Devido à necessidade de operação ininterrupta da escala de tempo, a robustez da escala de tempo para operação funcional 24/7 deve ser assegurada no tocante à oferta de energia elétrica. Para isso o IFI concentra investimentos para possuir uma autonomia de energia elétrica com tempo suficiente para reestabelecimento da oferta de energia.

Outro requisito para assegurar maior robustez à escala de tempo é oferta de troca de dados por internet. No entanto, caso não haja possibilidade de envio dos dados de maneira automática devido à falha na oferta de internet, os dados podem ser enviados posteriormente de maneira manual como plano de mitigação da falha. Contudo, sem a oferta de energia elétrica, não há plano de mitigação possível para recuperar os dados não adquiridos no período da ocorrência.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal desafio desse projeto é facilitar a transição de uma visão da manutenção da escala de tempo local como projeto para uma visão de processo interno do LCC, como operação integrada às atividades de calibração e ensaio do laboratório. Para atender essas expectativas, a capacitação e a qualificação dos recursos humanos são cruciais para a mudança de visão.

O IFI pretende com a implementação do projeto RRVG garantir a rastreabilidade remota da escala de tempo e frequência dos padrões atômicos do IFI à escala de tempo UTC (INXE), com um sistema com autonomia de energia elétrica com robustez para operacionalidade do sistema, garantindo assim a confiabilidade metrológica do Força Aérea Brasileira. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL. NSCA 9-1: Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA). São José dos Campos: DCTA, 2020.

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL. ICA 80-12: Gestão de Projetos de Ciência, Tecnologia e Inovação do DCTA. São José dos Campos: DCTA, 2019.

INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL. TRP 001/DCTA-IFI/2020 - Termo de Referência do Projeto de Rastreabilidade Remota via GPS (RRVG). São José dos Campos: IFI, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. Realização de atividades conjuntas de Metrologia de Tempo e Frequência no âmbito do Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA). Rio de Janeiro: INMETRO, 2018.

JUNQUEIRA, S.; RAYMUNDO, E. V.; GARCIA, G.; TARELHO, L. V. *Remote Comparison of Atomic Clocks of RENERTF*. X Congresso Internacional de Metrologia Elétrica. Buenos Aires: *Proceedings of X Semetro*, 2013.

OBSERVATÓRIO NACIONAL. Relatório Sistema de Visada Comum para Rastreabilidade Remota em Tempo e Frequência de Padrões Atômicos. Rio de Janeiro: ON, 2018.

ÁREA: METROLOGIA AEROESPACIAL

TÉCNICAS GERAIS DE LABORATÓRIO E SISTEMA DE INSTRUMENTAÇÃO: AUTOMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DE CALIBRADORES MULTIFUNÇÃO

**Autor: Cesar Augusto Botura**

Tecnologista

Setor no IFI: Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial

boturacab@fab.mil.br**Autor: Bruno Felipe Américo Commодо**

Sargento BET

Setor no IFI: Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial

commodofac@fab.mil.br

RESUMO

O Laboratório Central de Calibração da Força Aérea Brasileira, localizado no Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), detém os padrões de referência metrológica dentro do Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA), onde a prestação dos serviços de calibração de instrumentos elétrico-eletrônicos garante a confiabilidade metrológica e a segurança dos voos das aeronaves militares, projetos aeroespaciais e controle do espaço aéreo brasileiro. O presente trabalho tem como objetivo mostrar a otimização do processo de calibração, mantendo a garantia da confiabilidade metrológica, por meio da automatização. Para tal, o primeiro instrumento eleito para este processo foi

o calibrador multifunção FLUKE da série 57XX A. Os calibradores multifunção FLUKE 5700A/5720A/5730A são utilizados como padrões para a calibração de multímetros de até 8 ½ dígitos, resistências padrão e medidores de tensão e corrente (alternada e contínua). O procedimento de calibração realizado manualmente demanda uma grande carga horária e possui certas limitações na aquisição de medidas. A automatização de processos de calibração permite uma maior confiabilidade nos resultados, diminuição da incerteza de medição final, redução de carga de trabalho e tempo de calibração. Ao final são apresentados os passos utilizados para a automatização do calibrador multifunção.

Palavras-chave: Metrologia; Automatização; Segurança em voo; Confiabilidade Metrológica.



1. INTRODUÇÃO

"Quando você pode medir aquilo de que fala e expressá-lo em números, você sabe alguma coisa sobre isto. Mas quando você não pode medi-lo, quando você não pode expressá-lo em números, o seu conhecimento é limitado e insatisfatório. Se você não pode medir algo, não pode melhorá-lo." (Lord Kelvin)

Segundo o Vocabulário Internacional de Metrologia – VIM [1], Calibração é a *“operação que estabelece, sob condições especificadas, numa primeira etapa, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas; numa segunda etapa, utiliza esta informação para estabelecer uma relação visando a obtenção dum resultado de medição a partir duma indicação”*.

Um processo de calibração de um equipamento elétrico-eletrônico utilizado no setor aeroespacial exige um alto grau de confiabilidade e uma baixa incerteza de medição. O processo convencional (manual) fornece um resultado confiável, porém mais suscetível a erros, devido às limitações humanas como a percepção das variações das medidas e anotações (digitação) incorretas.

A automatização de processos de calibração permite uma confiabilidade maior nas medidas realizadas, no qual a máquina nos fornece uma quantidade maior de dados, uma otimização do tempo e a diminuição de erros humanos.

O *software* utilizado no processo de automatização foi o LabVIEW® (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench).

Desenvolvido pela *National Instruments*, possui uma interface gráfica amigável ao programador, no qual o desenvolvimento de cada

passo da automatização é realizado por interface gráfica em vez de linhas de comandos. Portanto, a utilização desse software nos permite automatizar o processo de calibração desejado.

O projeto foi aplicado no Laboratório Central de Calibração – LCC da Força Aérea Brasileira, localizado no Instituto de Fomento e Coordenação Industrial, que detém os padrões de referência metrológica dentro do Sistema de Metrologia Aeroespacial – SISMETRA, onde a prestação dos serviços de calibração de instrumentos elétrico-eletrônicos garante a confiabilidade metrológica e a segurança dos voos das aeronaves militares, projetos aeroespaciais e controle do espaço aéreo brasileiro. A **figura 1** apresenta a cadeia de rastreabilidade no SISMETRA e o processo de disseminação por meio da comparabilidade.

Figura 1 - Cadeia de rastreabilidade do SISMETRA.



Fonte: NSCA 9-1 (2020) - Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA)

2. DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE AUTOMATIZAÇÃO

Para a realização do projeto foi realizada a fundamentação em literaturas sobre calibração de padrões elétricos, automatização de calibração e especificações de *softwares* e *hardwares*.

Inicialmente foi desenvolvida uma pesquisa sobre a calibração de padrões elétricos, com ênfase na calibração de calibradores multifunção FLUKE 5700A/5720A/5730A, seguida pela caracterização e familiarização com o software utilizado no desenvolvimento do projeto.

Os calibradores FLUKE Modelo 5700A/5720A/5730A são instrumentos precisos que permitem calibrar uma ampla variedade de instrumentos de medição elétrica. Esses calibradores mantêm a alta precisão ao longo de um amplo intervalo de temperatura ambiente, o que lhes permite testar instrumentos em qualquer ambiente, eliminando as restrições para calibrar apenas em um laboratório com padrões de temperatura controlada. Com um 5700A/5720A/5730A, pode-se calibrar multímetros de precisão que medem: resistência elétrica, tensão contínua, tensão alternada, corrente contínua, corrente alternada e frequência. [2]

O *Labview*® [3] é uma linguagem de programação gráfica que utiliza ícones, em vez de linhas de texto, para criar aplicações. Em contraste às linguagens de programação baseadas em texto, em que instruções determinam a execução do programa, o software escolhido utiliza programação baseada em fluxo de dados, em que o fluxo dos dados determina a execução. Nesta linguagem, o desenvolvedor constrói uma

interface gráfica de usuário, utilizando um conjunto de ferramentas e objetos. A interface de usuário é conhecida como Painel Frontal (*Front Panel*). O código da programação é construído por meio da adição de representações gráficas de funções para controlar os objetos do Painel Frontal. O Diagrama de Bloco (*Block Diagram*) contém esse código, assemelhando-se a um fluxograma. O *software* permite a comunicação com diferentes *hardwares* por meio de vários protocolos de comunicação, tais como: GPIB, VXI, PXI, RS-232, RS-485, além de possuir também recursos internos para conectar sua aplicação à Internet, utilizando o *LabVIEW Web Server* e aplicativos como ActiveX e redes TCP/IP. Com este software é possível criar aplicações de teste e medição, aquisição de dados, controle de instrumento, registro de dados, análise de medição e geração de relatório, além da possibilidade da geração de um arquivo executável, já que o *software* é um compilador real de 32 bits [4].

A estrutura dos programas desenvolvidos é personalizada de acordo com as características das medidas a serem realizadas. Na montagem das *VI's - Virtual Instruments*, podem-se utilizar *drivers* que consistem num bloco de software, o qual controla um instrumento em particular. O *LabVIEW*® possui uma larga biblioteca de *drivers* para instrumentos de diversas empresas que produzem instrumentos de medição [5].

A conectividade com os instrumentos é realizada por meio da interface GPIB IEEE 488. Em 1965, a *Hewlett-Packard* desenvolveu o *Hewlett-Packard Interface Bus* (HP-IB), como uma forma de ligar a sua linha de instrumentos programáveis aos seus computadores. Dada a sua elevada taxa de

transferência de dados (cerca de 1 Mbyte/s), esta interface rapidamente ganhou uma enorme popularidade. Mais tarde, em 1975 foi aceita como sendo um padrão da IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*), o *standard* IEEE 488, tendo evoluído para o *standard* ANSI/IEEE 488.1 em 1987 [6].

A automatização do procedimento de calibração é alcançada através da integração do *software* com o *hardware*. O procedimento envolve as medidas a serem realizadas, os equipamentos a serem utilizados, a avaliação de incerteza e a avaliação dos resultados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Todo processo de calibração segue uma literatura, seja ela manual do fabricante ou procedimentos específicos desenvolvidos por metrologistas de um sistema metrológico, porém quem determina realmente as medidas a serem realizadas é o dono do equipamento, ou seja, o cliente.

De forma a atender a demanda de calibração e as diversidades entre os clientes é necessário o desenvolvimento de um programa genérico, no qual seja possível a personalização de acordo com o solicitado por cada cliente.

Esse projeto utiliza o manual do fabricante como literatura principal para os pontos a serem verificados e seus limites especificados e o Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM) para os termos utilizados no processo.

O rito de automatização é definido pela análise das medidas a serem realizadas e seus limites, a elaboração de um memorial de medidas e uma planilha de avaliação da incerteza de medição, a definição dos equipamentos a serem utilizados no processo

(de acordo com o Manual do Fabricante) e a programação de cada passo do procedimento.

3.1 Calibradores multifunção FLUKE série 57XXA no SISMETRA

Os calibradores multifunção FLUKE série 57XXA são equipamentos de 7 ½ dígitos, sendo os tornam os mais precisos em comparação com os demais calibradores multifunção do SISMETRA. Esses equipamentos possuem alta performance e baixa incerteza de medição nos processos metrológicos que envolvem as grandezas de Tensão e Corrente AC/DC e Resistência.

O Laboratório Central de Calibração possui 3 equipamentos dessa série, sendo um 5700A, um 5720A e um 5730A (**figura 2**). Esse mesmo Laboratório recebe em suas diagonais de calibração cerca de 10 equipamentos da série 57XXA para calibração.

Figura 2 - Calibrador multifunção FLUKE 5730A.



Fonte: <http://www.fluke.com>

Cada um desses equipamentos, devidamente calibrados, serve como padrão de referência para a calibração de diversos equipamentos de medição elétrica, como por exemplo, os multímetros de referência. Em outras palavras, fornecem rastreabilidade para vários equipamentos de medição.

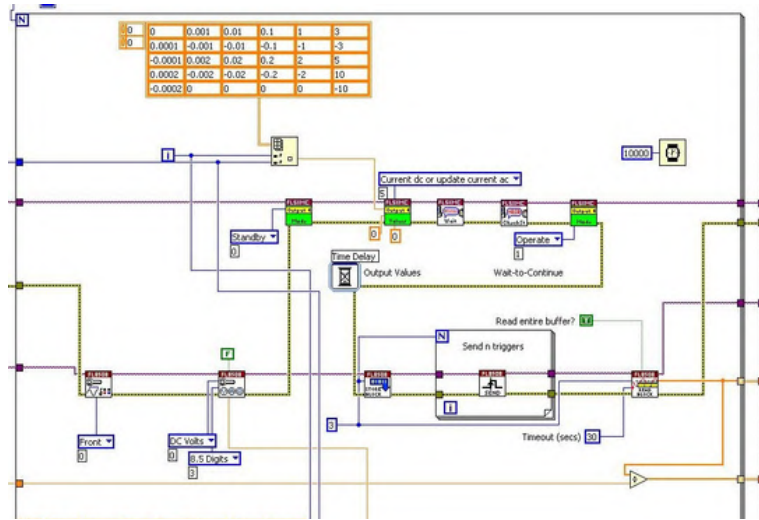
Portanto, esses padrões de calibração possuem alta relevância dentro do SISMETRA e seu processo de calibração deve garantir a

confiabilidade metrológica nas seguintes grandezas: tensão contínua e alternada, corrente contínua e alternada, bem como resistência.

3.2 Programação com LabVIEW®

Os arquivos resultantes dos programas do LabVIEW® são chamados instrumentos virtuais, ou *Virtual Instruments - VI's*, em função de as telas de interface com o usuário (Painel de Controle) serem próximas em aparência e modo de operação aos instrumentos físicos, muitas vezes com grande similaridade ao instrumento real (Ex.: multímetros e osciloscópios). O *software* disponibiliza diferentes ferramentas para utilização na aquisição, análise, apresentação e armazenamento de dados e também ferramentas de depuração de erros (*debugger*), que colaboram na solução de possíveis erros nos códigos [7]. A **figura 3** mostra uma parte do código utilizado na automatização de calibração de corrente contínua.

Figura 3 - Virtual Instrument (VI) programada para medição de corrente contínua.



Fonte: Os Autores.

3.3 Planilhas: Memorial de calibração e avaliação da incerteza de medição

A disponibilização dos dados é indispensável para atingir os objetivos do projeto. Dessa forma, foram desenvolvidas planilhas que contêm os memoriais de calibração e de avaliação da incerteza da medição, de acordo com o Guia para expressão de incerteza de medição - (*GUM - Guide to the expression of uncertainty in measurement*) [8] e a NIT-DICLA-021: Expressão da Incerteza de Medição por Laboratórios de Calibração [9]. A **figura 4** mostra um exemplo de planilha desenvolvida para disposição dos dados coletados durante o processo de calibração.

Figura 4 - Exemplo de planilha de cálculo.

| 1.3 - Tabela de Tensão Contínua: | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------|------------------|-------------|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------|---------|---------------------|
| Faixa | Valor nominal | Incerteza Tipo A | Resolução | INCERTEZA PILHA | INCERTEZA RATIO | Incerteza Combinada | Grau de liberdade | Fator k | Incerteza expandida |
| (mV) | (mV) | (mV) | (mV) | (mV) | (mV) | (mV) | - | - | (mV) |
| 220 | 0 | 0.00000354 | 0.00000289 | 0.00275000 | 0.00030081 | 0.00277 | 7 E+11 | 2.00 | 0.0055 |
| 220 | 100 | 0.00003194 | 0.00000289 | 0.00275000 | 0.00006364 | 0.00275 | 1 E+08 | 2.00 | 0.0055 |
| 220 | -100 | 0.00002927 | 0.00000289 | 0.00275000 | -0.00006364 | 0.00275 | 2 E+08 | 2.00 | 0.0055 |
| (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | - | - | (V) |
| 2.2 | 1 | 0.00000030 | 0.00000029 | 0.000002750 | 0.000000636 | 0.00000 | 2 E+08 | 2.00 | 0.0000056 |
| 2.2 | -1 | 0.00000047 | 0.00000029 | 0.000002750 | -0.000000636 | 0.00000 | 3 E+07 | 2.00 | 0.0000056 |
| 2.2 | 0 | 0.00000003 | 0.00000029 | 0.000002750 | 0.000000301 | 0.00000 | 9 E+11 | 2.00 | 0.0000055 |
| 11 | 10 | 0.000000371 | 0.000000289 | 0.000002750 | 0.000000555 | 0.00000 | 7 E+03 | 2.00 | 0.00001 |
| 11 | -10 | 0.000000442 | 0.000000289 | 0.000002750 | -0.000000555 | 0.00000 | 3 E+03 | 2.00 | 0.00001 |
| 22 | 19 | 0.000000389 | 0.000000289 | 0.000002750 | 0.000001054 | 0.00000 | 7 E+03 | 2.00 | 0.0000060 |
| 22 | -19 | 0.000000355 | 0.000000289 | 0.000002750 | -0.000001054 | 0.00000 | 6 E+00 | 2.52 | 0.0000113 |
| 22 | 10 | 0.000000373 | 0.000000289 | 0.000002750 | 0.000000555 | 0.00000 | 7 E+03 | 2.00 | 0.0000057 |
| 22 | -10 | 0.000000428 | 0.000000289 | 0.000002750 | -0.000000555 | 0.00000 | 4 E+03 | 2.00 | 0.0000057 |
| 22 | 1 | 0.000000081 | 0.000000289 | 0.000002750 | 0.000000055 | 0.00000 | 3 E+06 | 2.00 | 0.0000055 |
| 22 | -1 | 0.000000058 | 0.000000289 | 0.000002750 | -0.000000055 | 0.00000 | 1 E+07 | 2.00 | 0.0000055 |
| 22 | 0 | 0.000000003 | 0.000000289 | 0.000002750 | 0.000000301 | 0.00000 | 2 E+12 | 2.00 | 0.0000056 |
| 220 | 100 | 0.000004955 | 0.000002887 | 0.000002750 | 0.000063636 | 0.00006 | 6 E+04 | 2.00 | 0.000128 |
| 220 | -100 | 0.000003000 | 0.000002887 | 0.000002750 | -0.000063636 | 0.00006 | 4 E+05 | 2.00 | 0.000128 |
| 220 | 0 | 0.000000122 | 0.000002887 | 0.000002750 | 0.000000301 | 0.00000 | 2 E+06 | 2.00 | 0.0000 |
| 1100 | 1000 | 0.000039441 | 0.000028668 | 0.000002750 | 0.0000636364 | 0.00064 | 1 E+05 | 2.00 | 0.001 |
| 1100 | -1000 | 0.000037859 | 0.000028668 | 0.000002750 | -0.0000636364 | 0.00064 | 2 E+05 | 2.00 | 0.001 |

| INCERTEZA RATIO | | Pilha u (V) |
|-----------------|-------------|-------------|
| -0.00010 | -6.93E-10 | 0.0000055 |
| 9.09101 | 6.36371E-05 | |
| -9.09089 | -6.3636E-05 | |
| 0.09091 | 6.3636E-07 | |
| -0.09091 | -6.3636E-07 | |
| 0.00000 | -6.2364E-14 | |
| 9.90909 | 5.54545E-07 | |
| -9.90909 | -5.5455E-07 | |
| 1.72727 | 1.05364E-06 | |
| -1.72727 | -1.0536E-06 | |
| 9.90909 | 5.54545E-07 | |
| -9.90909 | -5.5455E-07 | |
| 0.09091 | 5.54545E-08 | |
| -0.09091 | -5.5455E-08 | |
| 0.00000 | -1.4529E-14 | |
| 9.90909 | 6.3636E-05 | |
| -9.90909 | -6.3636E-05 | |
| 0.00000 | -1.974E-12 | |
| 90.90916 | 0.000636364 | |
| -90.90919 | -0.00063636 | |

Fonte: Os Autores.

3.4 Procedimento de calibração (Teste de performance)

O procedimento de calibração dos calibradores multifunção realizados pelo LCC são baseados no Manual do Fabricante, porém com alguns ajustes para atender melhor às necessidades dos clientes do laboratório. Os calibradores multifunção série FLUKE 57XXA possuem os seguintes parâmetros a serem calibrados: resistência elétrica, tensão (contínua e alternada), corrente (contínua e alternada) e frequência. A **figura 5** mostra todos os padrões utilizados na calibração dos parâmetros citados acima.

3.4.1 Setup de calibração para corrente contínua

A título de exemplo, é demonstrado na **figura 6** o *setup* de calibração de corrente contínua do calibrador multifunção FLUKE 5700A. Para tanto são utilizados os seguintes equipamentos:

- Conjunto de Resistores Padrão.
- Multímetro de Referência FLUKE 8508A.

O procedimento de verificação de corrente contínua utiliza o conceito da Lei de Ohm para a sua realização. Para se ter rastreabilidade desse parâmetro, é utilizado o conjunto de resistência padrão.

O método aplicado funciona da seguinte forma: o calibrador gera o valor em corrente contínua, o sinal passa pelo resistor padrão e é medido em tensão pelo multímetro de referência, como demonstrado na **figura 6**.

Figura 5 – Setup de calibração.



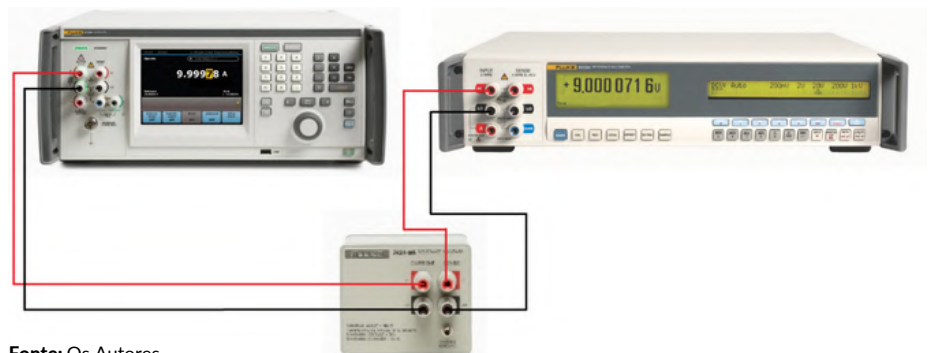
Fonte: Os Autores.

3.5 Procedimento de Automatização

O procedimento utilizado para o desenvolvimento do processo de automatização de calibração de Calibradores Multifunção FLUKE 5700A/5720A/5730A está descrito abaixo e dividido em 5 etapas:

- **1ª Etapa:** Montagem do *setup* de calibração e teste de conectividade – Configuração do endereçamento dos equipamentos e verificação de comunicação do *software* com o *hardware* através da placa de interface GPIB. Nesta etapa também foi desenvolvida a planilha/memorial de calibração, com os respectivos cálculos da incerteza a ser utilizada na etapa 3.

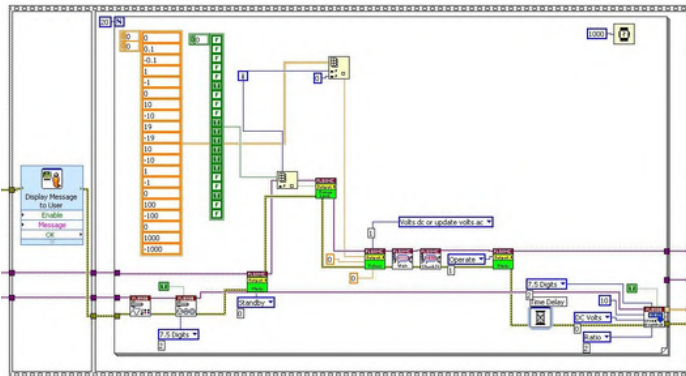
Figura 6 – Setup de calibração de corrente contínua.



Fonte: Os Autores.

- **2ª Etapa:** Desenvolvimento e teste da programação das "VIs" (**figura 7**) de cada uma das grandezas disponíveis no calibrador multifunção (resistência, tensão contínua e alternada, corrente contínua e alternada e frequência).

Figura 7 - Virtual Instrument - VI



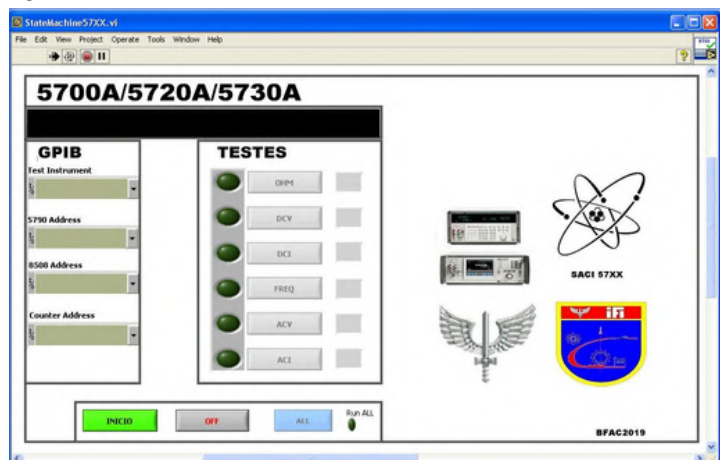
Fonte: Os Autores.

- **3ª Etapa:** Testes de medição e aquisição de dados. A aquisição de dados foi programada e os dados adquiridos expressos na planilha/memorial de calibração padrão, elaborada na primeira etapa. Esta etapa foi realizada de forma individual, ou seja, testes de aquisição para cada VI desenvolvida (resistência, tensão contínua e alternada, corrente contínua e alternada e frequência).
- **4ª Etapa:** Criação da *State Machine* (Máquina de estado) para a integração dos programas. A *State Machine* (**figura 8**) é necessária para integrar todas as VIs, de forma que todos os testes sejam realizados de forma sequencial. Outro fator importante é multiplexação da aquisição de dados, para que ao final do procedimento automatizado todas as leituras sejam direcionadas para o memorial de calibração padrão. A **figura 9** (pg. 67) mostra o programa da inicialização da *State Machine*.
- **5ª Etapa:** Criação dos sistemas de segurança para as VIs e para a Máquina de Estado.

Esta etapa trabalhou as possíveis causas de erros e falhas de operação e execução do programa final. Foram configuradas as seguintes medidas de segurança:

- Alertas de faixa de operação: medida para proteger o operador.
- Alertas de configuração de *setup* de calibração para cada parâmetro: essa medida tem como objetivo a correta montagem de cada teste, de forma a evitar possíveis erros de conexões.
- Configuração prévia e travamento de faixa de medição dos medidores, visando a segurança dos equipamentos de medição.
- Congelamento de botões de controle no painel frontal ao iniciar um teste, com o propósito de impedir o operador de acionar um teste diferente do que já está em execução.

Figura 8: Painel Frontal da State Machine.



Fonte: Os Autores.

3.6 Planilha de Memorial de Calibração

A Planilha de Memorial de Calibração foi elaborada para receber os dados do processo automatizado via GPIB e disponibilizá-los na escala correta para cada ponto de leitura e a respectiva verificação de performance, com o status de "OK" e "FALHOU" para cada um dos pontos medidos durante o processo de calibração (em relação à especificação do manual do fabricante). Uma amostra desta planilha pode ser visualizada na **figura 10**. Um fator de destaque do trabalho realizado é a disponibilização em uma única planilha das especificações das três séries de calibradores envolvidos, a saber: FLUKE 5700A/5720A/5730A.

3.7 Planilha de Avaliação de Incerteza Medição

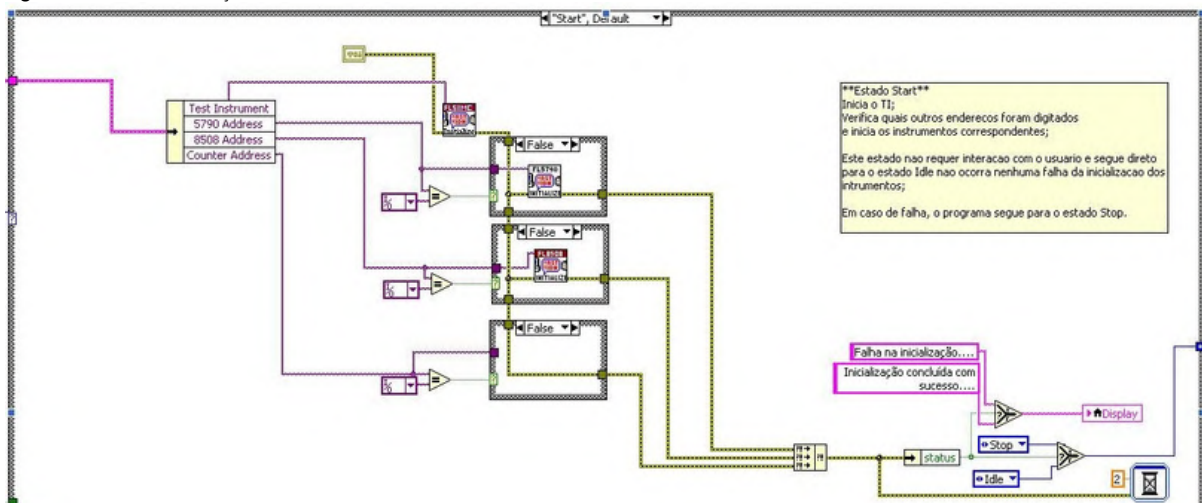
A Planilha de Avaliação da Incerteza de Medição foi disposta de uma maneira explicativa e facilitada, com os cálculos já configurados. Todos os dados provenientes do Memorial de Calibração também já estão "linkados" nesta planilha. Portanto, só é necessário incluir a Incerteza de Medição de cada Padrão de Referência (disponibilizada nos Certificados de Calibração de cada instrumento) utilizado no processo de calibração automatizado. A figura 4 (mostrada anteriormente) apresenta uma amostra (grandeza tensão contínua) da Planilha de Avaliação da Incerteza de Medição.

Figura 10: Planilha de Memorial de Calibração.

| 1.2 - Tabela de Resistências: | | | | | | | | | | 5700A | |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------|---------------------|--------------|-----------|--------------------|---------------|---------------|--------------|--|
| Valor nominal | Valor Resistor Padrão | Leitura 8508A Resistor Padrão | Tendência | 5700A Leitura 8508A | Valor Obtido | Tendência | Média Valor Obtido | Erro Relativo | LIMITES 1 ano | STATUS 1 ano | |
| (Ω) | (Ω) | (Ω) | (Ω) | (Ω) | (Ω) | ppm | (Ω) | ppm | | | |
| 1 | 1,0000645 | 1,0000597 | 0,00000 | 0,9999606 | 0,99996 | 20,80 | | | 110 | ok! | |
| | 1,0000645 | 1,0000585 | -0,00001 | 0,9999618 | 0,99996 | 20,80 | 0,99996 | 20,3 | | | |
| | 1,0000645 | 1,0000593 | -0,00001 | 0,9999624 | 0,99996 | 19,40 | | | | | |
| 1,9 | 1,0000645 | 1,0000690 | 0,00000 | 1,9000839 | 1,90009 | 5,74 | | | 110 | ok! | |
| | 1,0000645 | 1,0000730 | 0,00001 | 1,9000837 | 1,90009 | 3,74 | 1,90009 | 5,6 | | | |
| | 1,0000645 | 1,0000660 | 0,00000 | 1,9000841 | 1,90009 | 7,21 | | | | | |
| 10 | 9,999997 | 10,0000010 | 0,00000 | 9,9995470 | 9,99955 | 4,90 | | | 33 | ok! | |
| | 9,999997 | 9,9999980 | 0,00000 | 9,9995480 | 9,99955 | 5,10 | 9,99955 | 5,0 | | | |
| | 9,999997 | 9,9999960 | 0,00000 | 9,9995510 | 9,99955 | 5,00 | | | | | |
| 19 | 9,999997 | 10,0000200 | 0,00002 | 18,9995310 | 18,99955 | 0,68 | | | 31 | ok! | |
| | 9,999997 | 10,0000100 | 0,00001 | 18,9995460 | 18,99956 | 0,42 | 18,99956 | 0,6 | | | |
| | 9,999997 | 10,0000100 | 0,00001 | 18,9995420 | 18,99956 | 0,63 | | | | | |
| 100 | 100,00439 | 100,0043500 | -0,00004 | 99,9995000 | 99,99946 | 3,70 | | | 20 | ok! | |
| | 100,00439 | 100,0043400 | -0,00005 | 99,9995000 | 99,99945 | 3,80 | 99,99947 | 3,6 | | | |
| | 100,00439 | 100,0043600 | -0,00003 | 99,9995300 | 99,99950 | 3,30 | | | | | |
| 190 | 100,00439 | 100,0048000 | 0,00041 | 189,9998400 | 190,00025 | -1,63 | | | 20 | ok! | |
| | 100,00439 | 100,0048000 | 0,00041 | 189,9998800 | 190,00029 | -1,84 | 190,00024 | -1,6 | | | |
| | 100,00439 | 100,0047000 | 0,00031 | 189,9998700 | 190,00018 | -1,26 | | | | | |

Fonte: Os Autores.

Figura 9: Case de inicialização da State Machine.



Fonte: Os Autores.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A automatização do processo de calibração dos Calibradores Multifunção modelos FLUKE 5700A/5720A/5730A com o auxílio do *software LabVIEW®* tinha como objetivo otimizar o processo, mantendo a garantia da confiabilidade metrológica. O desenvolvimento do trabalho permitiu alcançar os seguintes resultados:

- Redução da carga horária de trabalho de 24h para 8h de realização do procedimento de calibração. Com isso, gerou uma grande economia de energia para a realização do projeto, o que por consequência diminui o custo de execução e beneficia os cofres públicos.
- Flexibilidade de números de leituras por ponto de medida: Disponibiliza o aumento do número de leituras sem aumento considerável do tempo de execução.

- Interface gráfica amigável com um sistema de prevenção de falhas e erros, conforme item 3.5.
- Novas planilhas de Memorial de Calibração e Avaliação da Incerteza de Medição. O trabalho realizado nesse quesito permitiu a integração das especificações de cada modelo de calibrador em uma única planilha, facilitando a confecção dos certificados de calibração.

Esse projeto teve grande importância para o Laboratório, pois o desenvolvimento serviu de base para automatizações de outros processos de calibração, tais como a automatização dos calibradores multifunção FLUKE 5520A e 5522A, equipamentos que utilizam os mesmos drivers do *LabVIEW®* para geração de sinal. Outro aproveitamento foi a própria *State Machine*, que teve toda sua estrutura básica utilizada para o desenvolvimento das automatizações citadas acima.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automatização do processo de calibração dos Calibradores Multifunção modelos FLUKE 5700A/5720A/5730A utilizando o *software LabVIEW®* como plataforma de programação atingiu o objetivo de reduzir a carga horária de trabalho, gerar economia de energia e criou um programa automatizado amigável com disponibilização dos dados de forma a facilitar o trabalho do operador. Dessa forma, o projeto otimizou o processo de calibração e manteve a garantia da confiabilidade metrológica. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. Vocabulário Internacional de Metrologia-VIM 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/vim_2012.pdf> Acesso em: 30 ago. 2021.

[2] 5700A/5720A Series II Multi-Function Calibrator – Service Manual, Novembro, 2007.

[3] National Instruments, “Catálogo de produtos 1998”.

[4] Manual de treinamento do LabVIEW Básico I, Novembro, 2001.

[5] Paulo Silva, Paulo Mendes, “Automatização de Laboratórios de Medida de Componentes Ópticos e Electrónicos Através de LabVIEW” – relatório da disciplina de projecto de 5º Ano da Licenciatura em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações, Universidade de Aveiro, Setembro, 1998.

[6] Eugene Fisher, C.W. Jensen, “Pet and the IEEE 488 bus (GPIB)”, Osborne/McGraw-Hill, 1990.

[7] NATIONAL INSTRUMENTS, Conceitos básicos do ambiente LabVIEW. Disponível em: <<https://www.ni.com/getting-started/labview-basics/pt/environment>> Acesso em: 30 ago. 2021.

[8] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. Guia para expressão de incerteza de medição-GUM 2008. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/gum_final.pdf> Acesso em 30 ago. 2021

[9] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. Expressão da incerteza de medição por Laboratórios de Calibração - NIT-DICLA-021, 2020. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/pesquisa_link.asp?seq_tipo_documento=4&cod_uo_numeracao=00587&num_documento=021> Acesso em: 30 ago. 2021.



ÁREA: METROLOGIA AEROESPACIAL
(Desafios para manutenção do SISMETRA)

FORTALECIMENTO DO PROCESSO DE AUDITORIAS METROLÓGICAS: UM PROJETO PARA O SISMETRA

Autor: Antonio Carlos dos Santos Junior

Técnico

Setor no IFI: Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial

antoniocarlosacsj@fab.mil.br

RESUMO

O Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA) tem por finalidade normalizar as atividades relacionadas com a metrologia no âmbito do Comando da Aeronáutica (COMAER), assegurando a confiabilidade, a comparabilidade e a rastreabilidade das calibrações, medições e ensaios realizados em proveito do COMAER. Sendo assim, torna-se imprescindível estabelecer um processo mais eficaz para monitoramento do desempenho dos laboratórios do Sistema, o qual é proposto neste trabalho, a fim de se definirem ações para garantir que os resultados emitidos por esses laboratórios sejam confiáveis e, portanto, não comprometam os processos executados pelos demais usuários de metrologia.

Palavras-chave: Auditorias metrológicas; Implementação de melhorias; Confiabilidade metrológica; Gestão de riscos.

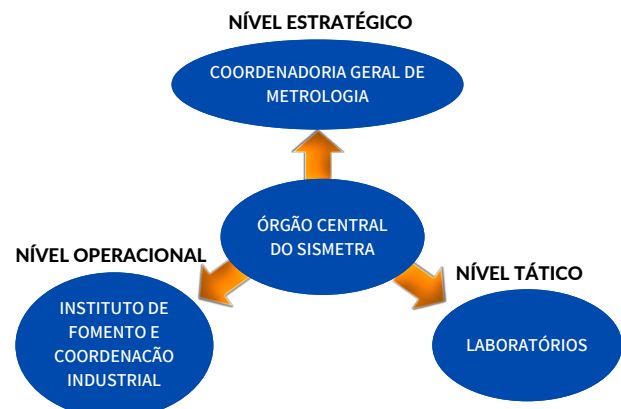
1. INTRODUÇÃO

De acordo com Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) (2020, p. 13), o SISMETRA:

"tem por finalidade normalizar as atividades relacionadas com a metrologia no âmbito do Comando da Aeronáutica, assegurando a confiabilidade, a comparabilidade e a rastreabilidade das calibrações, medições e ensaios realizados em proveito do COMAER."

Conforme apresentado na **Figura 1**, o SISMETRA possui uma concepção radial nas atividades metrológicas de interesse do COMAER.

Figura 1 - Concepção radial do SISMETRA.



Fonte: Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (2020, p. 14).

O Órgão Central do SISMETRA é o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial, o qual, para efeito dos assuntos de metrologia, é constituído pela Coordena-

doria de Metrologia, pelo Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) e pelo conjunto de Laboratórios Centrais de Calibração (LCC).

A Coordenadoria de Metrologia, por sua vez, é constituída pelo Coordenador do SISMETRA (Diretor-Geral do DCTA), pelos representantes de Órgãos Setoriais e pela Assessoria Técnica do SISMETRA (DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL, 2020, p. 15).

Os elos do SISMETRA são os Laboratórios Regionais de Calibração (LRC), Laboratórios Setoriais de Calibração (LSC), laboratórios de ensaio e demais usuários do Sistema em medição e controle de processos tecnológicos de interesse do COMAER.

A referência normativa a ser adotada por todos os laboratórios do SISMETRA é a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos Gerais para a Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração (DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL, 2020, p. 15), atualmente na versão 2017.

Nesse contexto, a Divisão de Confiabilidade Metrológica Aeroespacial (CMA) tem como atribuição, dentre outras, atuar no gerenciamento do SISMETRA, desempenhando atividades relativas aos processos de auditoria e de apoio metrológico oferecidos aos laboratórios de ensaio e calibração do SISMETRA, à realização e coordenação de pesquisas metrológicas, ao apoio à implantação de técnicas matemáticas apropriadas, à coordenação de formação, aperfeiçoamento e especialização do potencial humano na área de metrologia, no âmbito do

SISMETRA, e ao apoio à normalização das atividades metrológicas de acordo com diretrizes estabelecidas pelo COMAER (DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL, 2021, p. 53-55).

Atualmente, em relação ao processo de auditorias metrológicas, a CMA realiza auditorias internas nos LCC e laboratórios de ensaio pertencentes ao IFI, em laboratórios de ensaio e de calibração pertencentes a outros institutos do DCTA, bem como nos LSC dos Centros de Lançamento de Alcântara e da Barreira do Inferno (CLA e CLBI, respectivamente), e auditorias externas nos LRC pertencentes aos Parques de Material Aeronáutico de São Paulo, do Galeão e de Lagoa Santa (PAMA-SP, PAMA-GL e PAMA-LS, respectivamente) e do Parque de Material de Eletrônica da Aeronáutica do Rio de Janeiro (PAME-RJ). Para os efeitos de cumprimento dessas atividades, a auditoria interna é classificada como aquela realizada em atendimento ao requisito 8.8 da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 (auditoria de 1ª parte) e a auditoria externa como a auditoria de 2ª parte realizada em atendimento aos requisitos pertinentes da NSCA 9-4:2009 (Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial, 2009, p. 30).

Ainda conforme o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (2009, p. 30), os representantes dos LRC devem realizar, periodicamente, visitas de auditoria ou de assistência técnica (VAT) aos LSC sob sua responsabilidade, com base nos requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025. Essas visitas devem abordar, sempre que possível e pertinente, além do aprimoramento continuado dos laboratórios pertencentes ao Sistema, todas as atividades relativas às sistemáticas de cali-

bração, ensaio e de controle metrológico, desenvolvidas em prol dos processos tecnológicos de interesse da Organização Militar (OM) na qual o laboratório visitado/auditado esteja inserido.

Eventualmente, nos casos em que serviços de calibração ou ensaio não possam ser executados por laboratórios pertencentes ao SISMETRA, podem ser utilizados laboratórios externos ao COMAER, desde que a sua competência seja previamente avaliada pelo usuário dos serviços metrológicos ou pelo Órgão Central (DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL, 2009, p. 27).

Embora a estrutura acima descrita esteja consolidada há anos, os representantes dos LRC têm realizado apenas VAT em seus elos apoiados, devido a deficiências no processo de capacitação de seus auditores, conforme evidenciado em auditorias realizadas pelo Órgão Central do SISMETRA. Alguns fatores que contribuem para essas deficiências são a dificuldade na contratação de cursos de formação de auditores com base na ABNT NBR ISO/IEC 17025, principalmente por restrição de recursos, e a falta de recursos humanos para atuarem como auditores.

Com a atualização das normas ABNT NBR ISO 9001 (versão 2015) e ABNT NBR ISO/IEC 17025 (versão 2017), e, conseqüentemente, com a aplicação do conceito sobre abordagem de risco, surgiu a necessidade de se elaborar um processo mais eficaz para monitoramento do desempenho dos laboratórios do SISMETRA, de forma a se detectarem tendências e, se necessário, defini-

rem-se ações para garantir que os resultados emitidos por esses laboratórios sejam confiáveis e, portanto, não comprometam os processos executados pelos demais usuários de metrologia (inspeção/manutenção de aeronaves, controle do espaço aéreo, pesquisa, desenvolvimento, inovação, operações de lançamento e serviços tecnológicos em sistemas aeronáuticos, espaciais e de defesa, entre outros).

Isto posto, propõe-se uma série de melhorias que visam à padronização das auditorias no âmbito do SISMETRA e, conseqüentemente, ao fortalecimento desse processo, a qual é delineada na próxima seção.

2. PROJETO DE PADRONIZAÇÃO PARA AS AUDITORIAS NO ÂMBITO DO SISMETRA

O projeto para a devida padronização das auditorias metrológicas envolve, basicamente, duas etapas: elaboração e aprovação da documentação pertinente e qualificação de Gestores de Auditoria e auditores.

2.1 Documentação pertinente

A base documental para a realização das auditorias se concentra na NTS 9-G025 – “Procedimento para Auditoria de Laboratórios no âmbito do SISMETRA”, que, no momento da elaboração deste artigo, encontrava-se em fase de consulta pública no Fórum do SISMETRA (<https://forumsismetra.ifi.cta.br/>). Trata-se da revisão da antiga NTS 9-25 – “Auditoria da Qualidade do SISMETRA” (de outubro/2002), já referenciada na NSCA 9-4 e devidamente reestruturada pela Subdivisão de Capacitação Laboratorial (CMA-CL).

A nova versão dessa NTS engloba os critérios para a competência de auditores e especialistas e o procedimento propriamente dito para a execução das auditorias. Ela referencia, também, modelos para os registros pertinentes, como código de conduta, cadastro de auditores e especialistas, relatórios de desempenho/monitoramento de membros de equipe auditora, plano de auditoria, relatórios e plano de resolução de não conformidades. A fim de facilitar o processo de auditorias, a tramitação de vários desses registros se dará de forma eletrônica, sem a necessidade de assinaturas.

Dentre os aspectos dessa nova sistemática de auditorias metrológicas, destacam-se:

- **Instituição do Gestor de Auditoria (GA):** pessoa(s) responsável(is) pelo gerenciamento técnico do processo de auditoria e pela seleção, treinamento e monitoramento dos membros da equipe auditora. Embora recomendável, não se exige que o GA atue, também, como auditor;
 - **Possibilidade de auditorias híbridas:** em função da situação de pandemia da COVID-19, a CMA passou a realizar, a partir de 2020, auditorias de forma remota. Prevê-se que, mesmo após a pandemia, as auditorias possam, conforme a necessidade, ser executadas com etapas presenciais e remotas;
 - **Possibilidade de intercâmbio de auditores e especialistas:** eventualmente, auditores de outras OM poderão ser convidados a participar das auditorias, por meio de acordo entre os GA corresponden-
- tes. De forma similar, diferentes GA poderão combinar monitoramentos, utilizando apoio de auditores pertencentes a outras OM.
- **Auditorias internas:** o escopo dessas auditorias irá englobar todos os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025 (além de outros requisitos normativos) e o conjunto de atividades de laboratório definido e documentado conforme requerido pela ABNT NBR ISO/IEC 17025. É previsto que o ciclo para cobertura de todo o escopo de serviços prestados pelos laboratórios seja de 4 anos.
 - **Auditorias externas:** nessas auditorias, serão auditados, pelo menos, os requisitos da NTS 9-G025 e os relativos à auditoria interna e à análise crítica pela gerência. Outros requisitos poderão ser auditados, a serem definidos pela equipe auditora com base em uma abordagem de risco adequada.
 - **Laboratórios externos ao COMAER:** o escopo da auditoria nesses laboratórios incluirá todos os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025 (além de outros requisitos normativos) e o conjunto de atividades de laboratório de interesse do contratante. Os critérios relativos a laboratórios cujos serviços sejam acreditados permanecem inalterados.
- Após a análise pela CMA-CL de eventuais sugestões pelos elos do Sistema na fase de consulta pública, essa documentação será aprovada pelo Diretor do IFI e disponibilizada no site do SISMETRA (www.sismetra.cta.intraer).

2.1 Qualificação de Gestores de Auditoria e auditores

Após concluída a fase de elaboração e aprovação da documentação pertinente, a CMA-CL, em conjunto com a Subdivisão de Capacitação em Metrologia (CMA-CM), especificará um período de transição para a nova sistemática e providenciará a devida qualificação dos Gestores de Auditoria e dos auditores pertencentes aos elos do SISMETRA.

Esta fase contempla as seguintes etapas:

- Levantamento dos nomes dos interessados;
- Fornecimento dos cursos e/ou treinamentos pertinentes;
- Definição e execução de cronograma para os treinamentos práticos;
- Cadastramento dos auditores e especialistas.

Os critérios para formação dos auditores especificados pela NTS 9-G025 incluem participação em cursos/treinamentos sobre:

- Interpretação da ABNT NBR ISO/IEC 17025;
- Formação de auditor na ABNT NBR ISO/IEC 17025;
- Auditoria remota;
- Gestão de riscos.

Ademais, auditores que atuarão em auditorias de processo, além da experiência na área específica a ser auditada, deverão participar de curso/treinamento sobre avaliação da incerteza de medição.

A fim de facilitar o processo de qualificação de auditores, prevê-se que esses cursos sejam oferecidos por CMA-CL e CMA-CM, presencial

ou remotamente. De fato, cursos sobre interpretação da ABNT NBR ISO/IEC 17025 e avaliação da incerteza de medição já são regularmente oferecidos e divulgados pelo IFI. No momento da elaboração deste artigo, os demais cursos encontravam-se em fase de elaboração.

A exigência de um curso para formação de auditor na ABNT NBR ISO/IEC 17025 surgiu como uma ação corretiva relativa a uma não conformidade apontada durante a avaliação nos laboratórios da CMA, pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre), ocorrida em 2020. Tradicionalmente, a CMA-CL capacitava seus auditores a partir de cursos de Preparação de Auditores da Qualidade fornecidos pela Divisão de Certificação de Sistemas de Gestão (CSG), o que passou a não ser mais aceito pela Cgcre.

Além dos mencionados anteriormente, treinamentos sobre a própria NTS 9-G025 serão ministrados aos Gestores de Auditoria e auditores, preferencialmente, de forma remota.



3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto anteriormente, o propósito de se elaborar um projeto com essa magnitude visa estabelecer um processo mais eficaz para monitoramento do desempenho dos laboratórios do SISMETRA, de forma a garantir que os resultados emitidos por esses laboratórios sejam confiáveis e, portanto, não comprometam os processos executados pelos demais usuários de metrologia.

Alguns riscos podem ser elencados, como visto a seguir:

a) Positivos:

- Aumento da capacidade das equipes auditoras (em quantidade e qualidade técnica), possibilitada pelo intercâmbio de auditores e especialistas;
- Custos reduzidos com as auditorias remotas;
- Auditorias sem fronteiras, auditores/especialistas podem ser acessados de forma remota; e
- Agilidade e facilidade na tomada de decisão, pois espera-se que todos os registros pertinentes estejam prontos logo após o encerramento das auditorias.

b) Negativos:

- Dificuldade com ferramentas digitais para as partes remotas: atualmente, conta-se apenas com o Cisco Webex para reuniões remotas e o sistema de porta-arquivos do

Zimbra FAB, cuja capacidade de armazenamento é baixa (500 MB de cota individual), como ferramentas oficiais e autorizadas;

- Dificuldade na utilização de auditores/especialistas de outras OM em auditorias presenciais por eventuais questões administrativas.

Nesse sentido, torna-se imprescindível uma conscientização em nível de Alta Direção, ou seja, dos Grandes Comandos e Departamentos que possuem algum laboratório de metrologia do SISMETRA e dos representantes dos Órgãos Setoriais, que possuem conhecimento das atividades relacionadas com a área da metrologia ou com funções correlatas nas OM subordinadas ao seu grande Comando, sobre as melhorias que a sistemática proposta neste trabalho pode proporcionar aos processos e projetos de interesse no COMAER. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 32 p.

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL. NSCA 9-1: Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA). São José dos Campos: DCTA, 2020. 14 p. Disponível em: <http://www.sismetra.cta.intraer/index.php/normas?id=165>. Acesso em: 30 set. 2020.

_____. NSCA 9-4: Estrutura Funcional do Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA). São José dos Campos: DCTA, 2009. 29 p. Disponível em: <http://www.sismetra.cta.intraer/index.php/normas?id=165>. Acesso em: 01 dez. 2009.

_____. RICA 21-80: Regimento Interno do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial. São José dos Campos: DCTA, 2021. 48 p. Disponível em: http://ifi.intranet/images/Regulamentacao/RICA_21-80_de_2021.pdf. Acesso em: 14 mai. 2021.



ÁREA: CERTIFICAÇÃO
(Certificação de Produto Aeroespacial)

O CREDENCIAMENTO DE ORGANIZAÇÕES DE PROJETO

Autora: Daniele Clarindo Amorim

Capitão Engenheira

Setor no IFI: Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial

danieledca@fab.mil.br

RESUMO

O credenciamento de Organização de Projeto tem se mostrado como uma abordagem para os processos de certificação de produto aeronáutico, sendo adotado pelas principais autoridades certificadoras deste tipo de produto no mundo. É baseado em atividades de delegação entre a autoridade certificadora e a Organização do Projeto. Projetos militares como KC-390 e E-99M têm seus processos de certificação sendo conduzidos com a utilização e participação de uma organização de projeto credenciada.

Palavras-chave: Certificação; Credenciamento; Organização de Projeto; Credenciamento de Organização de Projeto; Aeronavegabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO, na sigla em inglês), tendo o Brasil como um de seus fundadores, tem como objetivo o desenvolvimento de princípios e técnicas de navegação aérea internacional de modo a buscar a segurança e a eficiência dos serviços aéreos. Desde a sua fundação e ao longo das décadas, a ICAO foi estabelecendo os requisitos mínimos de projeto, baseando-se nas trocas entre os membros da Organização, nas lições aprendidas de acidentes aeronáuticos e no amadurecimento da indústria, dentre outros.

Os países criaram as Autoridades Certificadoras que, além dos requisitos mínimos da ICAO, desenvolveram regulamentações complementares sempre com

o objetivo de tornar os projetos aeronáuticos mais seguros. Uma consequência direta observada, de acordo com as estatísticas levantadas pela própria ICAO, foi a diminuição do número de acidentes aeronáuticos, ao passo que as causas de acidentes aeronáuticos passaram a ser menos por falhas de projeto e mais por fatores organizacionais.

Com isso, as Autoridades Certificadoras envolvidas passaram a observar as estruturas organizacionais de indústrias aeronáuticas.

Dessa forma, o foco dessa certificação passou a ir além do cumprimento dos requisitos, voltando-se também à gestão da estrutura organizacional das fabricantes.

A delegação das atividades em processos de certificação a Organizações de Projeto de aeronaves, por meio de um processo de credenciamento, já está sendo empregada no mundo. Na Europa, a EASA (*European Union Aviation Safety Agency*), e nos Estados Unidos, a FAA (*Federal Aviation Administration*), as duas maiores referências em autoridades certificadoras da aviação civil já adotaram modelos de delegação.

Para que essa delegação seja viável, a empresa precisa demonstrar o cumprimento de um conjunto de requisitos organizacionais, específicos de cada autoridade de modo soberano, além de maturidade em seus processos e de seu corpo técnico.

No Brasil, o DCTA/IFI, que é a Autoridade Certificadora de Produto Aeroespacial do COMAER, também adotou o modelo de delegação de atividades (não de responsabilidades) e construiu um processo de Credenciamento de Organização de Projeto. Projetos estratégicos, como o KC-390 e o E-99M, estão sendo certificados com base nesse modelo de certificação.

Além dos benefícios advindos da utilização deste tipo de processo, o fato de o IFI estar trabalhando com esse modelo de delegação permite uma maior facilidade nas tratativas com outras autoridades parceiras, tais como o FLYGI (*Swedish Military Aviation Safety Inspectorate*), que atua na certificação do FX-2, e também utiliza um modelo de delegação.

Nesse artigo será apresentado o modelo de delegação e como ele está estabelecido na FAA e na EASA. Também será abordado o processo de credenciamento realizado pelo IFI.

2. CREDENCIAMENTO DA ORGANIZAÇÃO DE PROJETO

A abordagem da certificação de produto aeronáutico, adotada mundialmente, focada na garantia da aeronavegabilidade das aeronaves em serviço, mostrou-se efetiva ao se observar a redução dos acidentes aeronáuticos ao longo dos anos. No entanto, levantou-se a necessidade de observar mais de perto as estruturas das indústrias aeronáuticas, uma vez que as principais causas dos acidentes deixaram de ser, majoritariamente, por falhas de projeto e sim por falhas na organização.

Em conjunto com esse cenário, os projetos aeronáuticos se tornaram cada vez mais complexos e céleres, dificultando o acompanhamento por parte das autoridades.

Assim, a estratégia da delegação de atividades de certificação começou a ser adotada pelas principais autoridades certificadoras civis, inicialmente por meio do credenciamento de pessoas físicas. Nesse modelo, agentes da empresa são selecionados, por um rigoroso processo definido especificamente por cada autoridade certificadora, para atuarem como representantes dessa autoridade no processo de certificação. A FAA e a ANAC utilizam muito dessa abordagem em seus processos.

Com o aumento do foco na Organização de Projeto, o processo de delegação de atividades de certificação passou a considerar o sistema da Organização em si como foco do credenciamento. Logo, a estrutura da organizacional passa a ser avaliada no processo, considerando sua maturidade, o *know-how* do corpo técnico, a robustez dos processos etc.

Atualmente, o Credenciamento de Organização de Projeto, também denominado no IFI de Credenciamento de Pessoa Jurídica, está previsto nas regulamentações das principais autoridades certificadoras do mundo como FAA e EASA.

Para a FAA, as organizações credenciadas são denominadas por ODA (*Organization Designation Authorization*). Na designação de organizações estadunidenses, a autoridade pode definir os moldes de trabalho das atividades delegadas, caracterizando grande foco nos especialistas (pessoas) que as realizarão, e não está prevista em regulamentos a verificação independente de cumprimento de requisitos de segurança por agentes da Organização de Projeto.

A EASA denomina as empresas credenciadas como DOA (*Design Organization Approval*). Na Europa, todas as empresas que aplicam para um processo de certificação precisam ser DOA, ou seja, precisam ser credenciadas como uma Organização de Projeto antes da aplicação para qualquer atividade de certificação de projeto, tendo implantado um Sistema de Garantia de Projeto que atenda os requisitos do *Part 21 Subpart J* da legislação europeia (foco exclusivo na organização). Vale destacar que a certificação militar europeia também segue a mesma estrutura. O documento de referência é o EMAR 21 *Subpart J*, que apresenta os requisitos a serem cumpridos para obtenção da aprovação da Autoridade Militar (a exemplo do que ocorre na aviação civil com relação à EASA).

No COMAER, o IFI também adotou o modelo de credenciamento em semelhança

ao europeu e usa o EMAR 21 como principal referência, como está descrito na ICA 57-21. As empresas credenciadas são denominadas Organização de Projeto Credenciadas (OPC). Atualmente a EMBRAER é a única organização de projeto credenciada pelo IFI, tendo seu Certificado de Credenciamento emitido em dezembro de 2019.

3. O CREDENCIAMENTO DE ORGANIZAÇÃO DE PROJETO NO IFI

Ao adotar o Credenciamento de Organização de Projeto, o IFI está delegando uma parte de suas atividades, para fins de certificação, a uma Organização de Projeto, dentro de um escopo acordado. Cabe salientar que a responsabilidade pelo resultado das atividades delegadas continua sendo do IFI, podendo o mesmo, com base em seu poder discricionário, rejeitar, solicitar que seja refeita ou refazer com seu próprio pessoal, qualquer atividade delegada. Assim, para essa delegação ocorrer é necessário o estabelecimento de um nível de confiança entre as partes, o qual é construído através do processo de Credenciamento de Organização de Projeto estabelecido no COMAER.

O credenciamento hoje no IFI contempla os processos de certificação de tipo, suplementar de tipo e de modificação. Além disso, também pode incluir o processo de classificação de modificações e reparos como Grandes ou Pequenas. O escopo do credenciamento é definido em cada processo durante sua implementação.

Vale salientar também que não são escopo de qualquer credenciamento a delegação de atividades como aprovação da base de certificação, aceitação do Plano de Certificação,

publicações que requeiram aprovação da autoridade certificadora e a emissão dos Certificados (de Tipo, Suplementar de Tipo e Modificação). Tais atividades permanecem de execução exclusiva do IFI.

Diferentemente dos critérios adotados na Europa, para o COMAER, nem todas as empresas são passíveis para a delegação. Primeiramente, para se pleitear um credenciamento é necessário que a Organização já tenha realizado a condução de um processo de certificação semelhante, junto a algum órgão certificador reconhecido pelo IFI. Vale salientar que o credenciamento é uma prerrogativa do Instituto, estando sob seu poder discricionário o credenciamento e o seu escopo.

Para se qualificar a um credenciamento a organização requerente deve demonstrar que tem um Sistema de Garantia de Projeto (SGP) estabelecido, de forma a garantir que a capacidade da Organização de manter o controle, supervisão do projeto e de suas alterações abrangidos pelo credenciamento ocorra de forma sistemática. É importante que o SGP assegure tanto o cumprimento dos requisitos do projeto e a adequação aos procedimentos do sistema, quanto os resultados das auditorias internas realizadas pelo agente interno de monitoramento do SGP do requerente.

Para fins de credenciamento o SGP deve ser composto com ferramentas de monitoramento e verificações independentes dentro da Organização, principalmente, no que tange às atividades de demonstração do cumprimento dos requisitos da base de certificação. Mais especificamente, o SGP pre-

cisa assegurar à Autoridade Certificadora que o agente responsável pela verificação do cumprimento do requisito não tenha participado do processo de aprovação dos dados técnicos da comprovação.

A maneira utilizada para demonstrar a estrutura do SGP implantado é através do Manual de Organização de Projeto. Nesse documento, elaborado pela empresa, são apresentadas descrições do escopo, dos procedimentos para a realização das atividades, da estrutura organizacional, das responsabilidades atribuídas das áreas que contribuem com o SGP e do relacionamento funcional entre a estrutura organizacional da empresa. De forma geral é detalhado também a maneira pela qual a organização executa o atendimento às regulamentações relacionadas à aeronavegabilidade do produto em desenvolvimento, das ferramentas e procedimentos utilizados para a condução e controle do SGP. Os processos para realização de auditoria interna e os procedimentos para viabilização da auditoria externa também precisam estar contemplados no Manual. Além disso, precisa contemplar a descrição dos cargos profissionais que atuarão no SGP e os critérios para seleção, treinamento e nomeação dos profissionais que atuarão nas atividades.

Esse Manual deve ser mantido atualizado, ou seja, sendo revisado sempre que necessário e aprovado pelo IFI em cada uma de suas revisões, antes da sua implementação.

A expectativa da Autoridade Certificadora é que, ao final do processo de credenciamento

resulte na capacitação da empresa de realizar de modo transparente e aditável essas verificações de cumprimento de requisitos. No entanto, reserva-se à Autoridade Certificadora o direito de reter o cumprimento de determinados requisitos.

O IFI define para cada processo um nível de envolvimento na atividade de certificação, podendo variar desde um envolvimento mínimo, como por exemplo apenas a aprovação de um plano de certificação, até um envolvimento máximo, retendo todas as atividades relacionadas à verificação de cumprimento com o requisito.

A definição de nível de envolvimento costuma, em maneira geral, ser atribuída em função de impactos em segurança, do fato de ser implementada uma nova tecnologia, de estar relacionada a uma funcionalidade crítica, dentre outros fatores.

Independentemente dos diferentes níveis de envolvimento, a supervisão do processo de credenciamento acontece pelo órgão certificador com o intuito de evidenciar que as prerrogativas e limitações, definidas no Manual de Organização de Projeto, permaneçam válidas durante as fases de implementação e execução de credenciamento. A supervisão consiste, dentre outras atividades, no acompanhamento e em auditorias (processuais e técnicas).

O acompanhamento é realizado durante todo o processo de certificação de projeto do produto pelo corpo técnico da Autoridade Certificadora, desde a aprovação da base de certificação, até a comprovação dos requisitos. Atividades como a verificação de atendimento

dos requisitos, verificação de dados de substanciação e acompanhamento de ensaios também fazem parte do acompanhamento e são selecionadas em função dos níveis de envolvimento e amostragem.

As auditorias processuais e técnicas são realizadas conforme planejamento e antes da emissão do certificado ou de documentos similares. O objetivo dessas auditorias é verificar a implantação e contínua aplicação do SGP, bem como a qualidade do processo técnico executado pela Organização de Projeto.

As atividades de supervisão são essenciais para um bom desempenho de um sistema de credenciamento. As auditorias e o acompanhamento técnico permitem uma visão mais sistêmica da empresa e um foco maior nas atividades e operações consideradas mais críticas. É através das atividades citadas anteriormente, realizadas de forma consistente, que se garante a robustez do sistema e a qualidade da atividade de delegação.

O processo de credenciamento é composto de três fases: a estruturação da empresa para o credenciamento, a implementação do SGP e a execução do credenciamento.

Na primeira fase é avaliada a viabilidade do credenciamento, a Organização requerente e o IFI definem o escopo, o Manual de Organização de Projeto é elaborado pela organização e aprovado pelo IFI.

Na fase de implementação inicia-se as atividades do processo de credenciamento e as atividades previstas no Manual de Organi-

zação de Projeto. O IFI acompanha com elevado envolvimento as atividades realizadas pela empresa nessa fase. Também são realizadas auditorias processuais, que verificam a aderência dos procedimentos do requerente em relação ao Manual e às auditorias técnicas. Após a aprovação do referido Manual, a realização bem-sucedida das auditorias e a avaliação de que o SGP esteja implementado de maneira satisfatória,

a Organização de Projeto recebe o Certificado de Credenciamento de Organização de Projeto (COPC).

A última fase consiste na supervisão do sistema implementado, com o acompanhamento das atividades por meio da supervisão, de forma a garantir a contínua aderência ao Manual e às prerrogativas do credenciamento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Credenciamento de Organização de Projeto é uma metodologia recente para o COMAER, mas que tem sido adotada por outras autoridades certificadoras no mundo.

O processo construído pelo IFI não apenas garante uma delegação das atividades, mas permite uma avaliação da estrutura organizacional credenciada bem como o acompanhamento das atividades de certificação ao longo de todo o processo, sendo a atividade de supervisão a ferramenta essencial nesse processo, pois permite a análise da Organização como um todo.

O Credenciamento de Organização de Projeto vem como uma nova abordagem de certificação na qual, além do foco no cumprimento do requisito, a Autoridade Certificadora passa também a acompanhar os processos da empresa, tendo uma visão mais detalhada da organização à medida que interage mais na estruturação do processo. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMANDO DA AERONÁUTICA - MINISTÉRIO DA DEFESA (COMAER). Garantia da qualidade e da segurança de sistemas e produtos no COMAER. São José dos Campos, 2016. (DCA 800-2). Diretriz.
- COMANDO DA AERONÁUTICA - MINISTÉRIO DA DEFESA (COMAER). Regulamento de aeronavegabilidade militar – procedimentos para certificação de produtos aeronáuticos. São José dos Campos, 2017. (ICA 57-21). Instrução.
- EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY (EASA). Design Organisations. - Disponível em: <<https://www.easa.europa.eu/domains/aircraft-products/design-organisations>>. Acesso em: 12 de agosto de 2021.
- EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY (EASA). Official Journal of the European Union. ISSN 1977-0677. Volume 61, 22 August 2018 - Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-EN/TXT/?uri=OJ:L:2018:212:TOC>> Acesso em: 12 de agosto de 2021.
- EUROPEAN DEFENSE AGENCY (EDA). European Military Airworthiness Regulation (EMAR 21). - Disponível em : <[https://eda.europa.eu/docs/default-source/documents/emar-21-edition-1-2-\(4-oct-2016\)-approved701e9b3fa4d264cfa776ff000087ef0f.pdf](https://eda.europa.eu/docs/default-source/documents/emar-21-edition-1-2-(4-oct-2016)-approved701e9b3fa4d264cfa776ff000087ef0f.pdf)> Acesso em: 10 de agosto de 2021.
- FEDERAL AIRWORTHINESS AGENCY (FAA). Delegated Organizations. - Disponível em: <https://www.faa.gov/other_visit/aviation_industry/designees_delegations/delegated_organizations/> Acesso em: 12 de agosto de 2021.



ÁREA: CERTIFICAÇÃO
(Certificação de Produto Aeroespacial)

O PLANEJAMENTO E A TOMADA DE DECISÃO EM ENSAIOS COMPLEXOS

Autor: Alexandre Alli Pereira

Capitão-Tenente Engenheiro Aeroespacial (Marinha do Brasil)
Setor no IFI: Divisão de Certificação de Produto Aeroespacial

alexandre.alli@marinha.mil.br

RESUMO

O papel do representante da Autoridade Certificadora não se restringe meramente à observação do ensaio e seus resultados quando este envolve recursos, valores e riscos para além da competência do requerente da certificação. Embora a responsabilidade sobre a demonstração de qualquer requisito sempre incida sobre o requerente, o agente da Autoridade Certificadora, quando acompanhando um ensaio, não deve se abster de agir em situações não aprovadas em plano de ensaio e, ao mesmo tempo, não pode interferir na solução proposta pela instituição requerente. Saber os limites de seu campo de atuação é um desafio que só pode ser superado através do conhecimento de normas técnicas e legislações aplicáveis.

Palavras-chave: Ensaios de certificação; Planejamento de ensaios; Certificação militar; Responsabilidade da autoridade certificadora.

1. INTRODUÇÃO

A certificação de produtos aeroespaciais é uma atividade cara. Não apenas em termos de valores líquidos investidos, mas também em termos de duração (certificar um produto pode levar meses ou anos, independentemente da capacidade financeira do requerente), de coordenações logísticas complexas ou, até mesmo, de eventuais intervenções políticas. Não raro, tais elementos acabam ensejando um termo adicional ao processo de certificação: a ansiedade intrínseca por parte dos envolvidos.

Explorar as nuances de cada uma das dimensões supramencionadas constituiria um

debate interessante e importante, mas, sob o ponto de vista do agente certificador, ou seja, do representante da Autoridade Certificadora, os únicos aspectos aos quais ele deve ter pronta resposta às eventuais indagações sobre sua atuação dizem respeito à segurança e ao cumprimento da missão do produto aeroespacial em processo de certificação.

O objetivo deste artigo é ilustrar, através do ensaio de certificação da integração do míssil AM39 B2M2 à aeronave EC 725 AP, o papel do representante da autoridade certificadora quando em lide com questões urgentes para além de sua esfera de decisão

local. O ensaio foi realizado em junho de 2021, na Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia (e áreas próximas).

2. O PLANEJAMENTO DA CAMPANHA DE ENSAIOS

No âmbito da engenharia, em praticamente todos os tipos de projetos, valem os comportamentos esperados pela chamada curva de McLeamy.

A curva de MacLeamy (Figura 1) retrata de maneira lúdica uma situação recorrente: a fase de planejamento, se bem executada, reduz significativamente custos e potencialmente leva o projeto a um melhor desempenho quando comparado a um planejamento feito às vésperas das fases de operação.

No que tange à certificação, a curva é bastante aderente a como certificador e requerente devem encarar ensaios: devem ser minuciosamente planejados por este e criteriosamente analisados por aquele. Para a campanha de certificação da integração do AM39 ao EC 725 AP, as primeiras tratativas formais documentadas sobre o assunto aconteceram em 2017.

De modo geral, a proposta de ensaio consistia em disparar 2 mísseis, em dias diferentes, um em cada dia, em alvos pré-determinados. Se os mísseis pudessem ser disparados de forma segura (com relação à aeronave lançadora) e se a aeronave lançado-

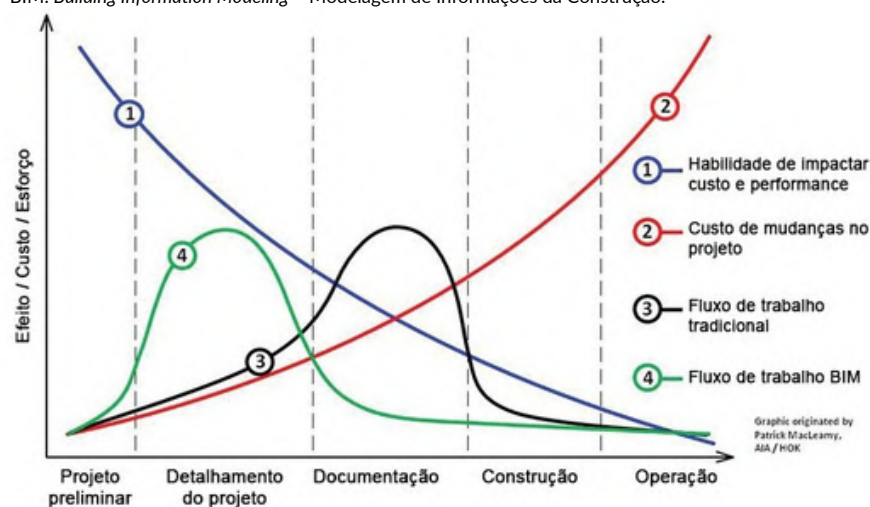
ra não provocasse movimentos erráticos ao míssil, o requisito estaria demonstrado.

2.1 Ensaios complexos

Não existe definição formal sobre o que vem a ser um “ensaio complexo”, conforme proposto no título deste artigo. Aliás, custa a crer que a descrição “disparar 2 mísseis, em dias diferentes, um em cada dia, em alvos pré-

Figura 1 - Curva de MacLeamy (2004).

BIM: Building Information Modeling – Modelagem de Informações da Construção.



Fonte: Patrick MacLeamy, adaptado JUNIOR (2016).

determinados” configure um ensaio tão complicado e que tenham sido necessários tantos anos para planejá-lo. Pois bem, o autor cita abaixo alguns dos fatores de planejamento que o levaram a usar tal adjetivo:

- A Marinha, embora tivesse expectativa de receber a aeronave, só a aceitaria se o requisito contratual de integração com o míssil fosse demonstrado;
- Por ocasião da campanha de lançamento dos mísseis, a aeronave deveria ser tripulada por pilotos e engenheiros do Instituto de Pesquisa e Ensaios em Voo (IPEV) e do requerente (incluindo um piloto estrangeiro);

- Os tripulantes deveriam realizar treinamento de pouso embarcado, treinamento em UTEPAS (Unidade de Treinamento de Escape para Aeronaves Submersas) a menos de 2 anos e deveriam ter exames laboratoriais atestando que não estavam com COVID-19;
- A Marinha se prontificara a fornecer um casco de navio como alvo (o posicionamento deste casco na área designada leva alguns dias pois é feito por reboque e depende do estado do mar);
- Como o casco é um alvo caro, logo após o lançamento do míssil AM39 (antes de o casco afundar), a Marinha necessitava disparar outros armamentos (de outras aeronaves e outros navios) contra o casco, a fim de melhor aproveitá-lo antes de afundar;
- Os mísseis que seriam empregados na campanha - a serem fornecidos pela Marinha - eram caros e possuíam validade limitada (na ordem de meses), ou seja, a janela de oportunidade para realização dos ensaios seria curta;
- A fabricante dos mísseis (sediada no exterior) deveria fornecer treinamento às tripulações da Marinha para instalação do míssil na aeronave;
- A fabricante dos mísseis deveria fornecer dados e documentações específicas sobre o míssil, a fim de que a empresa requerente pudesse garantir a

compatibilidade aeronáutica e eletromagnética do míssil com a aeronave;

- Por sua vez, para que a fabricante dos mísseis fornecesse os itens supracitados, a Marinha deveria antes contratá-la (um contrato internacional) a tempo da campanha; e
- O tráfego marítimo e aéreo deveria ser interrompido e patrulado na zona de segurança/área de lançamento.

Esses fatores não esgotaram todas as restrições e variáveis relativas ao ensaio.

Nesse ponto, cabe alguma reflexão: em tese, nenhum destes fatores é preocupação ou requer participação direta da Autoridade Certificadora, uma vez que a demonstração do requisito é obrigação do requerente. Na prática, entretanto, o volume de recursos e a quantidade de partes envolvidas acabam por obrigar a Autoridade Certificadora a participar das diversas tratativas sobre a coordenação do ensaio.

Esta participação ocorre não exatamente porque a Autoridade Certificadora deva ou possa colaborar na coordenação e condução do ensaio. Mas sim porque uma vez que se configure uma proposta que atente contra a segurança do pessoal ou do material, deve se posicionar sobre o assunto, ou seja, transmitir seu entendimento de que esta ou aquela situação é inaceitável.

Evidentemente, toda a preparação incorreu em muito esforço e alguns desgastes ocasionais entre as partes. Contudo, justamen-

te quando entram em pauta situações de planejamento que tenham interface com questões técnicas, o representante da Autoridade Certificadora deve se ater à sua competência legal, agindo segundo sua ciência e sua consciência, mas não balizadas pelo que possa ser chamado de bom senso, e sim pelo conhecimento das normas.

Assim, por exemplo, a distância mínima que o míssil deve guardar em relação a fontes de emissão eletromagnética não pode ser motivo de debate: o representante da Autoridade Certificadora deve se posicionar firmemente sobre o assunto – para isso existem embasamentos providos pelas normas MIL-STD-461 e MIL-STD-464, além dos §1309, §1316, §1317, §1351, §1351 e §1431 das normas FAR 29. Para além dessa distância mínima, por outro lado, ele não deve intervir nas tratativas do requerente com as demais partes.

Ao final da fase de planejamento, com a aprovação do Plano de Ensaio pela Autoridade Certificadora, lembro-me de ter me questionado inúmeras vezes “e se algo der errado no ensaio, e se houver um acidente?”. Não houve qualquer técnica que particularmente me tranquilizasse, exceto revisitar as várias folhas de análises técnicas sobre os assuntos tratados. Por oportuno, ressalto que as análises para que este ensaio ocorresse foram feitas por dezenas de outros engenheiros ao longo dos vários anos, as quais culminaram com a campanha em junho de 2021. O engajamento do efetivo (não apenas dos engenheiros, mas de todos os servidores) do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) em certificar o EC 725 AP foi fundamental para que o ensaio ocorresse no tempo previsto.

3. ACOMPANHAMENTO DE ENSAIOS COMPLEXOS

O acompanhamento de um ensaio pelo representante da Autoridade Certificadora é a atividade de testemunho do cumprimento (ou não) de um ou mais requisitos por parte do requerente. Neste momento, a despeito de todo o esforço e tempo de planejamento investido na preparação da campanha, há uma certa ansiedade – por parte de todos os envolvidos – nos ambientes de *briefings* e reuniões de coordenação entre as partes.

Contudo, a postura do representante da Autoridade Certificadora deve ser a mesma da fase de planejamento, limitando-se a atuar apenas em questões técnicas. Quando o fizer, deve fazê-lo firmemente e respaldado em normas.

Entretanto, em ensaios “complexos”, considerando os meios e pessoal movimentados para a campanha, uma eventual condição que leve a abortá-la será potencialmente entendida como uma falha de planejamento com coparticipação da Autoridade Certificadora. Se essa condição for arguida pelo próprio representante da Autoridade Certificadora, o descontentamento será ainda maior.

Às vésperas do ensaio, a despeito de todo o planejamento, surgiram algumas questões: uma simulação da atitude do AM39 divergiu dos dados teóricos previstos; foi sugerido um novo procedimento durante a instalação do míssil no lançador, que traria mais restrições quanto às distâncias de emissores eletromagnéticos; também foi percebido que, com a aeronave armada, as condições para um eventual pouso de emergência a bordo do

navio de apoio dependiam de um estado do mar muito calmo.

Qualquer um dos questionamentos supracitados poderia facilmente levar o ensaio a ser abortado. A possibilidade de erguer o braço e declarar, em nome da Autoridade Certificadora, que as condições de ensaio eram inaceitáveis havia se tornado iminente.

3.1 Tomada de Decisão

Embora o representante da Autoridade Certificadora, enquanto acompanhando o ensaio, fale a aja em seu nome, os participantes do ensaio não eram unânimes quanto à gravidade das restrições apresentadas. Se, por um lado, a Autoridade tem autonomia para emitir seu posicionamento independentemente dos demais envolvidos, por outro, a falta de consenso faz pesar a responsabilidade de seu representante: tanto por falar em nome do IFI, quanto por eventualmente discordar dos demais envolvidos.

Nos parágrafos introdutórios deste artigo, pontuei que a ação do representante da Autoridade Certificadora deve se pautar em responder prontamente às indagações sobre segurança e cumprimento da missão. Certamente que sim, mas o representante deve ser o primeiro a indagar a si sobre suas ações. Sua experiência não pode deixá-lo confortável a ponto de realizar análises não conservadoras. Sua inexperiência não pode cegá-lo a ponto de condenar qualquer ensaio cujo nível de risco ainda não tenha vivenciado.

Para cada uma das questões levantadas, as soluções encontradas se deram não por uma postura imprudente das partes em

querer seguir em frente assumindo riscos inaceitáveis, mas através da dedicação e, por que não dizer, coragem em rever as premissas e as contas que os antecederam.

Assim, os dados das simulações do míssil foram novamente confrontados com os dados esperados segundo o comportamento teórico e, afinal, verificou-se que a simulação assumiu hipóteses diferentes das esperadas na área de São Pedro da Aldeia; da mesma forma, o procedimento sugerido para instalação do míssil foi reavaliado e considerado desnecessário, não incorrendo em mais restrições ao operador; finalmente, chegou-se a um consenso provisório sobre as condições de contorno para pouso embarcado por ocasião da campanha que acabou evoluindo para um formato definitivo alguns dias depois.



4. RESULTADO DO ENSAIO

O ensaio foi realizado com absoluto sucesso. O disparo do segundo míssil foi filmado e, embora não fosse objetivo da campanha, foi possível identificá-lo atingindo o alvo. Não houve qualquer incidente ou acidente com a aeronave lançadora, e os procedimentos treinados por ocasião do lançamento foram executados com êxito pela tripulação do IPEV.

Entre momentos de tensão e pressão antecedentes à execução do ensaio, fica patente a lição de que o melhor – senão único – instrumento de ação eficaz frente às situações de dificuldade é agir em conformidade com as normas técnicas, não por uma mera tática de autopreservação, mas sim pela necessidade de soluções robustas e de longo prazo em um processo de certificação. ■



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Matos, W.S. BIM: entendendo a curva de MacLeamy e como funciona basicamente o fluxo de trabalho em BIM. Engenharia e etc. 21 de setembro de 2015.

Disponível em:

< <https://engenhariaeetc.wordpress.com/2015/09/21/bim-entendendo-a-curva-de-macleamy-e-como-funciona-basicamente-o-fluxo-de-trabalho-em-bim/> >

Acessado em 25 de setembro de 2021.

ALICERÇADO NO "ESPÍRITO AERONÁUTICO
DO BRASIL"

E ALAVANCADO POR PIONEIROS,
O IFI SURTIU.

ELO ENTRE PESQUISA, ENSINO E EMPRESAS DE
PRODUÇÃO.

METROLOGIA AEROESPACIAL,
INOVAÇÃO E NORMALIZAÇÃO.

[refrão]

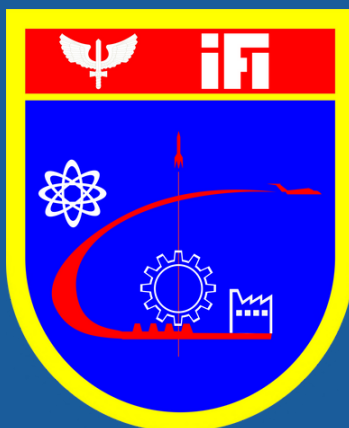
INSTITUTO DE FOMENTO
E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL
QUALIDADE! CERTIFICAÇÃO!
REFERÊNCIA NACIONAL!

(repete refrão)

Autores:

Ten Esp Aer MUS Betovem Dias
Sgt SMU André Luiz Jesus dos Santos





INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL

Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias
Cep.: 12.228-901 - São José dos Campos - SP

<http://www.ifi.dcta.mil.br>



FORÇA AÉREA BRASILEIRA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL