



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

SIDNEY ANDRADE DE LIMA, Cap Eng

Aquisição de Sistema de C4ISR para Segmento Usuário do COMAE

Rio de Janeiro
2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

SIDNEY ANDRADE DE LIMA, Cap Eng

Aquisição de Sistema de C4ISR para Segmento Usuário do COMAE

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

Linha de Pesquisa: Emprego da Força Aérea e Ciência, Tecnologia e Inovação.

Orientador: Eduardo Mendes Marcondes,
Maj Av

Rio de Janeiro

2023

SIDNEY ANDRADE DE LIMA, Cap Eng

Aquisição de Sistema de C4ISR para Segmento Usuário do COMAE

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

Aprovado por:

Eduardo Mendes **Marcondes**, Maj Av
EAOAR

Mellina dos Santos Ferreira Barbosa, Maj Int
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

RESUMO

A Força Aérea recebeu a missão de empregar o poder Aeroespacial, buscando superioridade nos ambientes aéreos e espaciais. Para isso, o Comando de Operações Aeroespaciais utiliza satélites de observação da terra óticos e radar para obtenção de imagens. Atualmente, os pedidos são recebidos e entregues por meio de ofício ou e-mail, tornando o processo lento. Esse é um problema de C4ISR, conhecida pela sigla em inglês: “*Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*”. Devido a grande demanda de gerenciamento das solicitações de forma rápida e automatizada, existe a necessidade de aquisição de um sistema de C4ISR para o segmento usuário do COMAE. Este sistema deve prover acesso fácil aos dados para as instituições solicitantes. A utilização do sistema de C4ISR centraliza os pedidos em um único banco de dados, possibilitando cruzar esses pedidos com as oportunidades de aquisição das imagens, viabilizando, assim, aumentar a quantidade de imagens obtidas com o mesmo satélite. Esse fato aumenta a percepção de valor da Força Aérea pelos usuários e autoridades, devido à entrega rápida das imagens de satélites. Além disso, ter um sistema centralizado de informações em catálogo possibilita o atendimento de necessidades do usuário por imagens pré-existentes para se comparar com novas imagens. Outros produtos possíveis de serem gerados, a partir de geoprocessamento das imagens armazenadas no banco de dados, são os Modelos Digitais de Elevação, Ortofotos e imagens classificadas. Esses produtos podem ser usados, por exemplo, no banco de dados do Gripen NG.

Palavras-chave: C4ISR. Sensoriamento remoto. Segmento usuário. Geoportal. Serviço web.

1 INTRODUÇÃO

A Força Aérea Brasileira tem como missão a manutenção da soberania Nacional com vistas à Defesa da Pátria [1]. A Estratégia Nacional de Defesa (END) atribui a Aeronáutica a responsabilidade de empregar o poder Aeroespacial, buscando superioridade nos ambientes aéreos e espaciais [2]. Para atingir o objetivo do domínio espacial, a Aeronáutica estabeleceu o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE) [3].

O PESE prevê o lançamento de diversos satélites, dentre eles, o de Observação da Terra (OBT), que proverá imagens de satélites de sensoriamento remoto óptico e radar [3]. O controle destes satélites é realizado pelo Centro de Operações Espaciais (COPE), subordinado ao Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE).

Atualmente, as solicitações das imagens são realizadas para o COMAE pela ficha de solicitação de imagem de sensoriamento remoto, enviada através de ofício ou e-mail. A entrega destas imagens é realizada também por meio de ofício ou e-mail, encaminhando fisicamente as imagens através de CD ou HD externo. Isto torna o processo bastante burocrático e lento.

Por este motivo defendo a tese da necessidade de aquisição de um sistema de C4ISR para o segmento usuário do COMAE, capaz de prover acesso fácil aos dados para as instituições solicitantes e aumentar a quantidade de imagens obtidas com o mesmo satélite.

No primeiro argumento busca-se resolver a necessidade de prover acesso fácil aos dados para as instituições solicitantes. Assim, automatizam-se os processos burocráticos de solicitação, controle, processamento, armazenamento, entrega das imagens de sensoriamento remoto e produtos de inteligência, por meio das atividades da Cadeia de Valor da Força Aérea Brasileira, nas áreas de “Ciência Tecnologia e Inovação” e “Inteligência”.

Além disso, no segundo argumento, o sistema de C4ISR possibilitará o aumento da quantidade de imagens obtidas com o mesmo satélite, através da criação de um banco de dados de alvos de interesse centralizado com suas respectivas ordens de prioridades, definidas na doutrina de emprego dos satélites. Fato que maximiza o emprego dos satélites dentro de seu tempo de vida útil, pois possibilita o gerenciamento da obtenção dos alvos considerando a posição

geográfica dos passes, a prioridade dos alvos, a geometria de aquisição, o tipo de sensor solicitado e o período de aquisição.

Por fim a aquisição do sistema de C4ISR possibilita: tramitar solicitações e entregas via serviço web, manter a segurança dos dados, priorizar os alvos de interesse automaticamente, ser multiplataforma, disponibilizar ferramentas de geoprocessamento, ter banco de dados centralizado, ter servidores confiáveis e realizar análises automaticamente. Conseqüentemente, aumenta a consciência situacional e acelera os processos de tomada de decisão.

2 DESENVOLVIMENTO

A burocracia tem a vantagem de permitir o controle adequado dos processos, no entanto quando esses controles são realizados sem automatização podem levar a uma morosidade, fazendo com que a finalidade de adquirir imagens para apoio à decisão seja prejudicada.

A morosidade desmotiva os órgãos e usuários dos produtos de sensoriamento remoto em solicitar imagens ao COMAE. Isso acarreta na perda de valor da Aeronáutica junto ao nosso principal cliente, o povo brasileiro, pois este não percebe a utilização dos produtos de sensoriamento remoto gerados pela Força Aérea, nas diversas áreas de atuação governamental.

2.1 Acesso fácil aos dados para as instituições solicitantes

A fim de atender o plano estratégico da Aeronáutica, o COMAE criou o COPE em 2017 funcionando inicialmente dentro de suas instalações e em 23 de junho de 2020 foi inaugurado o prédio principal do COPE, situada em Brasília-DF.

Para cumprir sua missão institucional em 2018, o COMAE realizou contratos de obtenção de imagens de catálogo e de novas aquisições. A partir da experiência adquirida com os contratos, verificou-se a necessidade de desenvolver um sistema de Comando e Controle (C2), tendo sido realizada uma solução caseira denominada Astérion, com a finalidade de controlar as solicitações e as entregas dos contratos. No entanto, esse sistema é limitado atendendo apenas às necessidades internas de controle da solicitação e da entrega das imagens.

Recentemente o Brasil adquiriu dois satélites de sensoriamento remoto SAR denominado pelo PESE de LESSONIA, desenvolvido pela empresa finlandesa Iceye e lançado pela *SpaceX* em 25 de maio de 2022. A empresa está realizando o LEOP (acrônimo de “*Launch and Early Orbit Phase*”), sendo realizados testes, instalações de antenas e treinamento de pessoal para a entrega definitiva ao COPE.

Para o emprego dos satélites de sensoriamento remoto, são necessários o processamento e análise de grandes volumes de dados, a fim de apoiar os processos de decisões governamentais. Para isto, os Estados Unidos e o Japão criaram geoportais governamentais denominados *e-Government*. A fim de atender essa complexa missão, estes geoportais têm utilizado conceito de C4ISR, conhecida pela sigla em inglês: “*Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*” [4] [5].

As abordagens de C4ISR, tradicionalmente vocacionadas para os processos de decisões militares, podem orientar a coleta, avaliação e interpretação de dados para apoio à decisão. O C4ISR facilita não apenas o acesso aos dados como também realiza processamentos para obter níveis superiores de informação, conhecimento e sabedoria para tomada de decisão [5].

Conforme [4] [5], a implantação destes sistemas de C4ISR integram os dados, propiciam maior facilidade de acesso a informações e promovem conhecimento aos diversos atores governamentais. Esse fato propicia melhores serviços e, conseqüentemente, melhores ações governamentais e militares. Isso promove um círculo virtuoso de aumento da demanda e melhores serviços.

Para cumprir sua missão institucional, a Força Aérea criou o Plano Estratégico Militar da Aeronáutica de 2018 a 2027 (PCA 11-47). Na página 14, é apresentada a Cadeia de Valor e os Itens que contribuem para a execução do trabalho em tela, a saber: a Ciência, Tecnologia e Inovação (Item 9) e a Inteligência (Item 19) [6].

A proposta de melhoria do processo atual do COMAE busca retirar os gargalos causados pelas solicitações e entregas através de ofício ou e-mail, fato que torna o processo extremamente moroso. Assim, a solução desse problema, que causa dificuldade em prover acesso fácil aos dados para as instituições solicitantes, passa pela necessidade de aquisição de um sistema de C4ISR para o segmento usuário do COMAE.

Devido aos motivos apresentados, é de fundamental importância que o Comando da Aeronáutica institucionalize a aquisição do sistema de C4ISR através do Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica prevista na DCA 400-6 [7].

2.2 Obter mais imagens com o mesmo satélite

Desde o início deste século, o INPE realiza a distribuição de dados de sensoriamento remoto utilizando seu geoportal de imagem na internet para “*download*” de imagens de diversos tipos de satélite e em 2009, já havia distribuído mais de 1 milhão de imagens. Com a evolução dos geoportais de imagem a agilidade com que as imagens são obtidas, processadas e disponibilizadas para o usuário cresceu exponencialmente [8].

Alguns exemplos desta evolução podem ser verificados em empresas como: Maxar, Airbus Space, Black Sky, Iceye, CosmoSkyMed, entre outras. Essas empresas chegam a disponibilizar imagens de novas aquisições em poucas horas após a solicitação, sendo capazes de entregar imagens de catálogo em tempo real através de serviço web de imagem, além de distribuir as imagens por meio de geoportais [9].

Seguindo esta tendência de prestação de serviços, diversas instituições brasileiras criaram seus geoportais com bases de dados geográficos digitais em ambiente “*online*” para atendimento das demandas institucionais e públicas, como: o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC); o Ministério do Meio Ambiente (MMA); a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM); Agência Nacional de Águas (ANA); Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); entre outras [10].

Os benefícios à sociedade causados pelo rápido aumento do trâmite de geoinformações na internet têm sido um fator determinante para que milhares de portais de serviços na web fossem desenvolvidos. Atualmente, existem milhares de empresas que possuem geoportais que auxiliam na tomada de decisão, pois centralizam as informações em um banco de dados em nuvem e as distribuem através de geoserviços para apoio a decisão [11].

Uma das funções do sistema de C4ISR é automatizar os processos de obtenção de imagens de satélites multiplataforma, pois os satélites previstos no PESE podem ser adquiridos por empresas distintas. Assim, o sistema de C4ISR busca realizar o cruzamento das demandas com as oportunidades de obtenção de imagens de satélites multiplataforma, disponíveis na janela de tempo solicitada automaticamente.

Isto somente é possível a partir do conhecimento da posição geográfica dos alvos de interesse das instituições solicitantes, seus respectivos níveis de prioridade e janela de obtenção. O cruzamento dessas informações com a posição geográfica, o campo de visão e a janela de tempo dos satélites disponíveis possibilita a melhor utilização dos satélites [05]. Assim, com o sistema de C4ISR, é possível maximizar a obtenção dos alvos de interesse através da otimização das oportunidades dos satélites, possibilitando obter mais imagens com os mesmos satélites [11] [12].

Para gerenciar o grande volume de dados que são gerados pelos satélites de OBT com eficiência, são necessárias análises automatizadas através de fluxos de trabalho complexos e disponibilização por serviços web. Assim um sistema de C4ISR para o sistema de usuário do COMAE, pode vir a contribuir para maximizar o emprego dos satélites de OBT sobre a responsabilidade do COMAE [05] [11] [12].

Pelos motivos expostos, fica evidenciado a necessidade de aquisição de um sistema de C4ISR para o segmento usuário do COMAE, para aumentar a quantidade de imagens obtidas com o mesmo satélite. Fato esse, imprescindível para apoiar a tomada de decisão de qual satélite se utilizará para a obtenção de imagens de sensoriamento remoto, utilizando o domínio espacial quando se tiver os diversos satélites previstos no PESE operando de forma conjunta.

3 CONCLUSÃO

A Força Aérea recebeu a responsabilidade de empregar o poder Aeroespacial, buscando superioridade nos ambientes aéreos e espaciais, devido à missão constitucional de manter a soberania Nacional com vistas à Defesa da Pátria. Para cumprir esta missão, o Comando de Operações Aeroespaciais utiliza satélite de observação da terra ótico e radar. Recebendo e entregando as solicitações das imagens por meio de ofício ou e-mail, fato que torna o processo lento.

Devido a grande demanda por imagens de satélites de observação da terra e a necessidade de gerenciar a entrega destas solicitações de forma rápida e automatizada, existe a necessidade de aquisição de um sistema de C4ISR para o segmento usuário do COMAE. Este sistema deve receber as solicitações, gerenciar e entregar as imagens de forma ágil, com os necessários controles de processo, de forma autônoma, a fim de prover acesso fácil aos dados para as instituições solicitantes.

A utilização do sistema de C4ISR, em um geoportal, centraliza os pedidos em um único banco de dados, possibilitando cruzar esses pedidos com as informações de oportunidades de aquisição dos passes dos satélites e viabiliza o aumento da quantidade de imagens obtidas com o mesmo satélite.

Por facilitar a entrega das imagens de satélites e aumentar a quantidade de imagens obtidas com os mesmos satélites, é possível atender um número maior de usuários de produtos de sensoriamento remoto produzidos pelo COMAE. Esse fato, em última instância, aumenta a percepção de valor da Força Aérea para nosso cliente final: os brasileiros.

Além disso, ter um sistema centralizado de informações em catálogo, possibilita o atendimento de necessidades do usuário por imagens pré-existentes para se comparar com novas imagens. Outros produtos possíveis de serem gerados são: os Modelos Digitais de Elevação (MDE), Modelos Digitais de Terreno (MDT), Ortofotos e imagens classificadas. Esses produtos podem ser processados de forma automatizada e servem de insumos para diversas aplicações, como o banco de dados de navegação de baixa altitude do Gripen NG, a fim de não ser detectado pelo RADAR de solo.

REFERÊNCIAS

[1] BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 mar. 2023.

[2] BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa (PND) e Estratégia Nacional de Defesa (END)**. Encaminhados pela Pasta Defesa, em 22 de julho de 2020, para apreciação do Congresso Nacional. Brasília: 2020. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_

congressonacional_22_07_2020.pdf. Acesso em: 05 mar. 2023.

[3] BRASIL. Estado Maior da Aeronáutica. **Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE)**. Portaria EMAER Nº 31/3SC3, de 31 de Agosto de 2012. Publicado no BCA nº 175, de 12 de setembro de 2012. Brasil, 2012. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-r/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md20a_sa_01a_programaa_estrategicoa_dea_sistema_sa_espaciais_pesee_ed-2018.pdf. Acesso em: 05 mar. 2023.

[4] ARAI, K.; NAKASHIMA, M. Creation of a Remote Sensing Portal for Practical Use Dedicated to Local Governments in Kyushu, Japan. **International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence (IJARAI)**, Vol. 5, Nº. 3, 2016. Disponível em: https://thesai.org/Downloads/IJARAI/Volume5No3/Paper_1-Creation_of_a_Remote_Sensing_Portal_for_Practical.pdf. Acesso em: 05 mar. 2023.

[5] BIHL, T.; TALBERT, M. Analytics for Autonomous C4ISR within e-Government: a Research Agenda. **Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences, 2020**. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10125/64012>. Acesso em: 05 mar. 2023.

[6] BRASIL. Estado Maior da Aeronáutica. **Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2018 – 2027 (PCA 11-47)**. Instituída pela Portaria nº 2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2018. Publicado no BCA nº 222, de 20 de dezembro de 2018. Brasília: 2018. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/Download/arquivos/pemaer.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2023.

[7] BRASIL. Estado Maior da Aeronáutica. **Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica (DCA-400-6)**. Instituída pela Portaria nº 129/GC4, de 05 de março de 2007. Publicado no BCA nº 047, de 09 de março de 2007. Brasília: 2007. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/>. Acesso em: 05 mar. 2023.

[8] SOUZA, Vanessa Cristina Oliveira de. **Geoportal global para centros de imagens de sensoriamento remoto**. 2008. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/teses/dissertacao_vanessa.pdf. Acesso em: 05 mar. 2023.

[09] CEZARINO, L.; PARRA, J. F. L.; BROVELLI, M. A. Geospatial open data sources in Brazil. **Revista Espacios**, V.38, n.11, p. 26, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n11/a17v38n11p26.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2023.

[10] CASTRO, W. S.; FERREIRA, M. E. Bases de dados geográficas digitais no Brasil: formatos, acessibilidade e aplicações. **Ateliê geográfico revista eletrônica**, V.6, n.1, p. 92-122, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10125/64012>. Acesso em: 05 mar. 2023.

[11] LIANG, J.; JIN, F.; ZHANG, X.; WU, H. WS4GEE: Enhancing geospatial web services and geoprocessing workflows by integrating the Google Earth Engine. **Environmental Modelling and Software**, V.161, P. 105636, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815223000221>. Acesso em: 06 mar. 2023.

[12] VEENENDAAL, B.; BROVELLI, M. A.; WU, L. WS4GEE: Cloud/web mapping and geoprocessing services – Intelligently linking geoinformation. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, V.114, P. 243-244, 2023. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez422.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0924271616000629>. Acesso em: 06 mar. 2023.