

# Pesquisa comparativa de sistemas militares aplicada a Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas

Douglas Estevam Casale<sup>1</sup>, Rafaela Campos da Silva<sup>1</sup>, Luís Eduardo Vergueiro Loures da Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos/SP – Brasil

**Resumo** – O presente trabalho tem como objetivo apresentar um método sistematizado para a pesquisa comparativa de sistemas militares e aplicá-lo para SARP militares de ataque, visando a contribuir para o processo de desenvolvimento e aquisição desses sistemas pelas Forças Armadas brasileiras. O método é composto por três etapas que abrangem a definição das características de projeto a serem analisadas, a definição dos critérios de seleção de sistemas e, por fim, a realização da pesquisa comparativa. Por meio da aplicação do método, foi possível identificar as principais características de sistemas similares ao que será projetado e nivelar o conhecimento dos envolvidos no projeto acerca desses sistemas. Assim, concluiu-se que o método proposto trouxe benefícios ao sistematizar o processo de pesquisa comparativa, o que auxiliará no processo de desenvolvimento e aquisição dos SARP de ataque.

**Palavras-Chave** – Benchmarking, desenvolvimento de produtos, Engenharia de Sistemas.

## I. INTRODUÇÃO

Conflitos militares, tradicionalmente, são acompanhados de períodos de grande evolução tecnológica visando à obtenção de vantagens táticas e estratégicas nos campos de batalha. Durante momentos decisivos como esses, que podem definir a continuidade ou fim de um Estado Nacional e impactar na própria identidade cultural, social e econômica de um povo, lança-se mão de todos os recursos disponíveis.

A expansão das redes sociais, acesso à rede mundial de computadores e ampliação do acesso à informação tem facilitado a divulgação da utilização de novas tecnologias ou adaptação de tecnologias já conhecidas para novas finalidades em confrontos modernos, o que deu destaque à utilização da engenharia para o combate.

Neste sentido, os Sistemas de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP) tem encontrado grande aplicação em combate. Como vantagens do emprego de SARP, pode-se citar o menor custo de operação e a maior segurança aos operadores, bem como uma maior facilidade de transporte devido às dimensões e peso reduzidos em relação a aeronaves tripuladas. SARP militares podem ter empregados em diversas aplicações, como vigilância, reconhecimento, inteligência, ataque e identificação de alvos.

Para o desenvolvimento de um SARP, assim como de outros sistemas, é de suma importância que sejam levantadas, logo nas primeiras fases do projeto, as características de SARP similares já existentes, de modo a nivelar o conhecimento dos *stakeholders* acerca das possibilidades e limitações tecnológicas relativas ao produto, bem como a construir uma

visão inicial de quais níveis de desempenho podem ser alcançados e seus respectivos custos, aumentando a quantidade de informações disponíveis para as etapas posteriores do projeto [1].

A observação e comparação fazem parte da natureza humana, sendo até mesmo intuitivas. É difícil atribuir valor absoluto às coisas sem ter um parâmetro para comparar. Por exemplo, determinar se o tempo 45 minutos é uma representação boa autonomia para um Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP) de monitoramento só é possível caso se conheçam valores de aeronaves da mesma categoria. Da mesma forma, é difícil determinar se R\$ 500.000,00 é uma quantia excessiva para a aquisição de um modelo de SARP se não se conhecer o valor de sistemas concorrentes e com capacidades semelhantes.

Desta forma, fica destacada a importância da pesquisa comparativa para a avaliação de características e qualidade de produtos, níveis de desempenho esperados (relacionados a custos para cada nível de desempenho) [1] [2], além da melhoria e reestruturação de processos e até mesmo criação de conhecimento [3] [4]. Ressalta-se também que a existência de um processo estruturado de *benchmarking* é importante para o sucesso em sua aplicação [5].

Diante desse contexto, o objetivo do presente trabalho é apresentar um método sistematizado para a pesquisa comparativa de sistemas militares e aplicá-lo para SARP militares de ataque, visando a contribuir para o processo de desenvolvimento e aquisição desses sistemas pelas Forças Armadas brasileiras.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

A pesquisa comparativa (conhecida em inglês como *benchmarking*) é definida na literatura como uma atividade sistemática de avaliação de produtos, serviços e processos, visando a melhorias organizacionais, racionalização de procedimentos e melhor compreensão do estado tecnológico em uma determinada área [6] [7] [8].

No que se refere à utilização de *benchmarking* no setor privado, uma de suas aplicações mais difundidas é a análise de mercado e identificação de oportunidades e comparação com concorrentes. A empresa Xerox, por exemplo, é reconhecida como uma pioneira, por ter empregado de forma efetiva o *benchmarking* para resolver problemas que a companhia vivia no final da década de 70 [5]. Complementarmente, na esfera governamental, [9] mostra que pesquisas comparativas são amplamente utilizadas para a criação de indicadores de qualidade dos serviços públicos, de modo a permitir a avaliação dos resultados das ações estatais e possibilitar o melhor atendimento da população e direcionar políticas públicas mais efetivas.

Dessa forma, a metodologia de pesquisa comparativa pode ser utilizada para diferentes finalidades, otimizando os

processos internos de uma organização e melhorando sua competitividade, a partir da identificação de suas oportunidades de melhoria e das melhores práticas dos concorrentes [10].

Por meio da pesquisa na obra dos autores [11] [12] [13] [14], pode-se identificar seis tipos de *benchmarking*, com base no objeto da comparação e sua abrangência:

- *Benchmarking* de produto, utilizando princípios de engenharia reversa, inclusive desmontando produtos de concorrentes para entender seu funcionamento e identificar seus componentes;
- *Benchmarking* competitivo (ou de desempenho), comparando o nível de desempenho da companhia com outras;
- *Benchmarking* de processo, comparando as práticas da companhia com as práticas de outras companhias, sejam concorrentes ou não;
- *Benchmarking* estratégico, comparando as decisões estratégicas relacionadas a recursos, ao mercado e a investimentos;
- *Benchmarking* global, visando ao aprendizado de boas práticas oriundas de companhias de qualquer região do mundo);
- *Benchmarking* de competência, ligado ao aprendizado e adaptação de competências frente às mudanças do mercado.

Conforme estabelecido nos objetivos, o foco do presente trabalho é na pesquisa comparativa de sistemas militares, classificada como *benchmarking* de produto, visando a dar suporte ao Processo de Desenvolvimento de Sistemas e permitir antecipar quais níveis de desempenho podem ou não ser alcançados e quais os custos para cada nível [1], permitindo uma melhor preparação para a realização das etapas posteriores do projeto.

Pode-se encontrar na literatura modelos para análise de *benchmarking* que, conforme sugere [13], podem ser adaptados às necessidades e cultura das organizações, ou até mesmo dos objetivos almejados, como os de [15]. A adaptação e emprego de um processo estruturado para a pesquisa comparativa para sistemas militares adaptado à cultura organizacional das Forças Armadas pode auxiliar no desenvolvimento e aquisição dos mesmos, reduzindo o tempo de desenvolvimento e aumentando a satisfação das necessidades operacionais atuais e futuras da defesa nacional.

### III. MÉTODO

Com a finalidade de se orientar a pesquisa comparativa de sistemas e estabelecer um ambiente fundamentado para o *benchmarking*, propõe-se a estruturação de um método composto de 3 (três) etapas iterativas e não necessariamente sequenciais (isto é, os resultados de uma etapa podem servir para dar subsídio a revisão e complementação das outras etapas), a serem apresentadas nos tópicos a seguir.

Destaca-se que, antes de se proceder a essa pesquisa comparativa, será utilizado como entrada o escopo do projeto, com informações sobre as funções do sistema, o tipo de sistema que se deseja desenvolver (por exemplo: um veículo terrestre, um lançador de satélites), a previsão de orçamento disponível para o projeto e o custo-alvo de cada exemplar do

sistema (para produtos que serão produzidos em um lote, e não apenas como exemplar único), e o prazo de desenvolvimento.

Para a realização de todas as etapas da pesquisa comparativa, propõe-se o emprego de métodos intuitivos de geração de ideias, como brainstorming [16], pois os mesmos irão ampliar a compreensão do problema, das possibilidades para sistemas similares ao que se está projetando, e até mesmo gerar ideias que poderão aprimorar o Conceito de Operações do Sistema de Interesse.

#### A. Etapa 1 - Definição das características de projeto a serem analisadas

Com base nos objetivos e metas do projeto identificados junto ao stakeholders, deve-se elencar quais características de projeto serão de maior importância para a análise comparativa a ser realizada. Essas características podem ser ligadas a informações básicas sobre o sistema, como custo, fabricante/desenvolvedor e nacionalidade, por exemplo, como também a informações técnicas, como a arquitetura e desempenho dos sistemas servirão para que a equipe possa compreender e comparar os sistemas estudados. Assim, no exemplo do projeto de um SARP de vigilância, possíveis critérios relevantes podem ser a autonomia e o alcance das aeronaves, bem como sua capacidade de carga útil (para levar câmeras e equipamentos de vigilância). A saída desta etapa é uma lista com as características de projeto a serem analisadas, acompanhadas de uma justificativa para cada uma delas.

#### B. Etapa 2 - Definição dos critérios de seleção de sistemas

Esses critérios irão definir se um sistema será usado como modelo comparativo na pesquisa. Dessa forma, pode-se aumentar a relevância da pesquisa comparativa excluindo sistemas que sejam inadequados para os propósitos que se busque estudar. Por exemplo, em campos onde se tenha notado uma rápida evolução tecnológica, pode-se excluir da pesquisa soluções muito antigas, selecionando apenas sistemas que tenham sido desenvolvidos a partir de uma certa data. A saída dessa etapa é uma lista com os critérios para seleção dos sistemas que serão comparados.

#### C. Etapa 3 – Realização da pesquisa comparativa

A partir das definições feitas nas demais etapas, propõe-se que sejam buscadas, em bancos de dados e na rede mundial de computadores, informações referentes a sistemas similares ao que se busca desenvolver, que atendam aos critérios de seleção da Etapa 2. Em seguida, deve-se confeccionar uma tabela comparativa dos sistemas com base nas características de projeto levantadas na Etapa 1. É recomendável que especialistas nas diferentes disciplinas do projeto trabalhem em conjunto para identificar as características associadas a suas especialidades, de modo a permitir uma análise mais aprofundada e aumentar o nível de consciência acerca do estado tecnológico atual na área.

Para encerrar essa etapa e concluir a pesquisa comparativa, deve-se realizar uma discussão com a equipe responsável pelo desenvolvimento ou aquisição do sistema militar para avaliar os sistemas estudados e identificar

potencialidades e limitações para cada faixa de custo. Propõe-se ainda a identificação de desempenhos típicos dos sistemas, para se ter uma estimativa de quais níveis serão ou não viáveis de se atingir com as tecnologias disponíveis com o orçamento previsto para o projeto. Caso seja identificado que as tecnologias atuais não são suficientes para atender aos requisitos dos *stakeholders*, deve-se avaliar se os requisitos podem ser revistos ou se convém a realização de pesquisas para desenvolver novas tecnologias ou maneiras de se atingir níveis superiores de desempenho que sejam suficientes para atender aos requisitos do projeto.

#### IV. ESTUDO DE CASO

A seguir será apresentada a aplicação do método proposto para a realização de uma pesquisa comparativa no contexto do projeto de desenvolvimento de um SARP de ataque. Considera-se que as informações de entrada são conhecidas e as funções que o sistema deve desempenhar são:

- Realizar reconhecimento;
- Realizar vigilância de área;
- Realizar missões de inteligência;
- Realizar identificação de alvos;
- Transmitir informações de alvos;
- Atacar alvos na superfície e atacar alvos no ar.

##### A. Etapa 1 - Definição das características de projeto a serem analisadas

Tendo em vista a natureza do projeto, foram definidas, junto aos *stakeholders*, as características mais relevantes para a comparação dos sistemas, com base nos objetivos e metas do projeto. São elas: nome do SARP, fabricante, nacionalidade, custo, tipo de asa, comprimento, envergadura, altura, velocidade máxima, velocidade de cruzeiro, teto de serviço, autonomia máxima, alcance, tipo de motor, quantidade de mísseis, peso máximo de decolagem, carga útil e função.

##### B. Etapa 2 - Definição dos critérios de seleção de sistemas

Nesta etapa, os *stakeholders* decidiram restringir o *benchmarking* a aeronaves reutilizáveis, excluindo os SARP de missão única, do tipo “suicida” (conhecidos em inglês como *loitering munition*, que significa “munição vagante”), que visam a chocar-se contra seus alvos e detonar-se contra os mesmos. Essa restrição foi motivada pelo interesse dos *stakeholders* de que as aeronaves a serem operadas sejam reutilizáveis e permaneçam em operação monitorando áreas enquanto podem engajar múltiplos alvos (com uma aeronave apenas), o que uma “munição vagante” não é capaz de fazer.

Foram excluídos também SARP improvisados ou que não sejam fabricados em escala, pois os *stakeholders* buscam com o projeto em questão o desenvolvimento de uma família de SARP destinada às missões anteriormente descritas e com desempenho e confiabilidade superiores aos de adaptações que são feitas em combate para atender a necessidades imediatas.

O escopo da pesquisa também excluiu Veículos Aéreos de Combate Não Tripulados (em inglês, *Unmanned Combat Aerial Vehicle* -UCAV), como o Kratos XQ-58 Valkyrie, pois essas aeronaves são destinadas a outros tipos de missão, além

de possuírem menor autonomia (apenas 4 horas no caso do Kratos XQ-58 Valkyrie), de modo que não são aptas a realizar as funções de vigilância que os *stakeholders* demandam.

Uma vez que os SARP de ataque têm apresentado uma grande evolução recentemente (fruto do aumento de seu uso em combate e evolução em sua doutrina de emprego), outro critério de seleção para o *benchmarking* é que os sistemas estudados estivessem em serviço no momento da pesquisa ou ao menos até o ano de 2018, de modo a se ter um panorama atualizado dos últimos 6 anos desse tipo de aeronave. Uma exceção foi feita ao Baykar Bayraktar TB3, que, embora ainda esteja em fase de desenvolvimento, apresenta grande quantidade de informação disponível (que dependerá de confirmação após sua efetiva entrada em operação) e é sucessor de Bayraktar TB2, aeronave que tem sido utilizada em diversos conflitos com bons resultados no campo de batalha em Nagorno-Karabakh e na Ucrânia. Prova desse sucesso é que a produção Bayraktar TB2 atingiu o número de 580 unidades em junho de 2023 [17], sendo utilizado por 19 países.

Convém destacar que a opção pela data em que as aeronaves continuam em serviço e não a data de início de produção ou fim do desenvolvimento deveu-se ao fato de que em aeronáutica sistemas podem ter vida útil de décadas, contanto que continuem desempenhando satisfatoriamente as missões para as quais foram criados. Assim, um melhor referencial para se determinar se uma determinada aeronave pode ser considerada “atual” ou não para se considerar suas características em um *benchmarking* é se ela ainda é operada em escala.

##### C. Etapa 3 – Realização da pesquisa comparativa

O resultado consolidado da pesquisa comparativa de SARP militares é apresentado na Tabela I. Os dados foram coletados por meio de pesquisas em fontes abertas.

Durante a pesquisa realizada, constatou-se que pode haver grande variação no custo das aeronaves em função dos sensores embarcados. Diferentes contratos e parcerias entre os compradores e vendedores, contrapartidas tecnológicas ou políticas e contratos de suportabilidade também podem impactar o valor final da aquisição, o que torna difícil determinar com exatidão o custo de cada aeronave, mas serve como referência geral.

Assim, verifica-se que, durante a fase de definição do problema, é importante identificar os requisitos de imageamento e sensores para as funções de inteligência, vigilância e reconhecimento, de modo a se compreender o tipo de cargas úteis que será necessário se adquirir ou desenvolver. Nesse contexto, o impacto para o projeto será nos requisitos de interface com as cargas úteis, tais como capacidade de carga, dimensões máximas das cargas úteis, consumo energético, intensidade e modos de vibração etc.

Identificou-se uma vulnerabilidade dos SARP a ações de Guerra Eletrônica, o que motivou a perda de diversos desses sistemas no conflito entre Rússia e Ucrânia. O aumento da capacidade autônoma das aeronaves auxiliaria a reduzir parte desse problema, pois permitiria a continuidade da ação no caso de haver perda de comunicação entre o piloto remoto e a aeronave. Essa autonomia de decisão para realizar ataques,

porém, precisa superar obstáculos técnicos e éticos para ser implementada, mas a tendência é que, no fim, os sistemas de armas tendam a ser cada vez mais autônomos.

Com relação aos valores encontrados, houve boa consistência nos valores entre diferentes fontes pesquisadas, e pequenas diferenças podem ser encontradas entre diferentes lotes do mesmo modelo, sem que isso impacte de forma relevante o seu desempenho de forma geral. Isso porque, durante a operação da aeronave, são comumente identificadas oportunidades de melhoria ou ocorrem problemas de disponibilidade de certos componentes ao longo dos anos de produção. Algumas trocas de componentes ou reforços estruturais podem alterar a confiabilidade dos SARP, simplificar ou dificultar sua manutenibilidade e alterar seu peso, e não necessariamente resultam na diferenciação do mesmo como uma nova versão (a exemplo do que ocorre com aeronaves, em que se pode encontrar diversas diferenças entre o mesmo modelo e versão em função da aplicação ou não de certos Boletins de Serviço e reparos estruturais). Valores de velocidade, teto de serviço, alcance, autonomia e peso máximo de decolagem sofrem alteração ainda devido a condições atmosféricas.

Dos SARP selecionados para a pesquisa (segundo os critérios da Etapa 2), 10 (dez) aeronaves são de asa fixa e 2 (duas) de asas rotativas. Dessas últimas, ambas utilizam células (estruturas) de helicópteros tripulados com aviônica adaptada para convertê-los à pilotagem remota. O MQ8B foi sucedido no serviço pelo MQ-8C, com maiores capacidade de carga e autonomia. Ambos podem realizar tarefas de localização de artefatos explosivos, minas marítimas e vigilância litorânea, além da capacidade de pouso e decolagem totalmente autônomos em embarcações.

Os dados do Aarok foram coletados nesse primeiro momento para fins de serem considerados futuramente no projeto, contanto que sejam confirmados, o que dependerá de testes divulgados das aeronaves. Sua velocidade máxima declarada foi de 460 km/h, muito superior à das outras aeronaves que voam à mesma altitude (cerca de 9 km), e sua carga útil declarada (3000 kg) também superou em muito à das demais aeronaves, o que faz com que seja uma aeronave de grande interesse para se acompanhar e colher ensinamentos para o projeto.

Assim, passando-se à discussão dos valores das outras aeronaves, observou-se que os SARP com capacidade de ataque dentro dos critérios de seleção da pesquisa normalmente têm teto de voo de até 10 km (com exceção dos modelos MQ-9A e MQ-9B, que podem atingir 15,42 km e 12,2 km, respectivamente), e são conhecidos pela sigla em inglês MALE (*Medium-Altitude, Long-Endurance*, média altitude, longa autonomia). O maior teto de serviço dos modelos MQ-9 também contribuiu para que os mesmos sejam os mais velozes dentre os pesquisados. As velocidades de cruzeiro das demais aeronaves variaram entre 120 e 250 km/h.

A autonomia das aeronaves de asa fixa pesquisadas é, em geral, de 24 horas ou pouco superior (27 ou 30 horas), com exceção do MQ-9B Skyguardian (40 horas) e do CH-5 Rainbow sem armamento (60 horas). Dessa foram, observa-se que os operadores esperam um longo tempo de operação de cada aeronave desse tipo, com a finalidade de manter vigilância sobre uma área específica. As aeronaves de asas

rotativas apresentam menor autonomia (entre 5 e 15 horas), o que é uma desvantagem em operações de vigilância, pois implica na prática em menor tempo de operação de cada aeronave sobre a zona de interesse. Ao mesmo tempo, SARP de asa rotativa podem apresentar capacidade de pairar e uma manobrabilidade superior aos de asa fixa, o que pode representar uma vantagem militar em alguns cenários.

Com relação ao alcance, observou-se uma grande variação mesmo entre as aeronaves de asa fixa. Assim como a autonomia, o alcance é influenciado pelas condições atmosféricas, pela altitude de voo, e à configuração de peso com o qual a aeronave decolou. A título de exemplificação, o Bayraktar TB2 tem alcance de apenas 150 km caso decole com 630 kg (seu peso máximo de decolagem), mas pode chegar a 300 km de alcance caso decole mais leve (sem armamento, por exemplo, para realizar reconhecimento). Não ficam especificadas todas as condições com as quais se calculou o alcance de todas as aeronaves, mas é possível verificar que 150 km foi o valor mínimo, e 11000 km foi o valor máximo (para o MQ-9B Skyguardian). O alcance impacta na utilização militar do SARP pois, quanto maior o alcance, mais a aeronave pode penetrar em território hostil para a realização de suas missões, aumentando as possibilidades à disposição de comandantes militares em operações, o que pode se converter em uma vantagem tática.

A carga útil também apresentou grande variação, entre 150 kg (para o Bayraktar TB2) e 2520 kg para o MQ-9B Skyguardian (desconsiderando-se o Aarok nesse momento, conforme exposto anteriormente). Para as aeronaves cujo custo foi estimado abaixo de 10 milhões de dólares, a carga útil é inferior a 500 kg, e quatro das aeronaves estudadas tinham capacidade de carga de 350 kg ou inferior. A capacidade de carga tem implicações práticas na utilização militar, pois quanto maior essa capacidade, maior a quantidade de armamento, mísseis e bombas que a aeronave pode carregar em uma missão, aumentando sua versatilidade de emprego. Evidentemente é desejável possuir uma maior capacidade de carga, mas o mínimo necessário para atender às necessidades dos *stakeholders* depende da doutrina de emprego do SARP e do objetivo dos operadores com o mesmo. Exemplo disso é que o Bayraktar TB2, aeronave com menor capacidade de carga deste *benchmark*, tem sido utilizado com grande sucesso em conflitos e o fabricante não enfrenta problemas de falta de demanda de novos interessados em adquirir o SARP.

Por fim, no que se refere às dimensões, observou-se uma pequena variação para a maioria dos modelos (cerca de 8 a 9 metros de comprimento, 14 a 20 metros de envergadura e 2,1 a 2,6 metros de altura). O Bayraktar TB2 é a menor das aeronaves de asa fixa, enquanto os MQ-9 estão entre as maiores. Não se verificou relação direta entre dimensões e autonomia ou alcance máximos nesse estudo (visto que esses parâmetros dependem de uma série de outros fatores de projeto), mas, em geral, as aeronaves maiores apresentam as maiores capacidades de carga.

TABELA I. RESULTADO DA PESQUISA COMPARATIVA DE SARP MILITARES.

Nome	Fabricante	Nacionalidade	Custo (US\$ milhões)	Tipo de asa	Comprimento (m)	Envergadura (m)	Altura (m)	Velocidade máxima (km/h)	Velocidade de cruzeiro (km/h)	Teto de serviço (km)	Autonomia máxima (horas)	Alcance (km)	Motor	Quantidade de mísseis	Peso máximo de decolagem (kg)	Carga útil (kg)
MQ-9A Reaper	General Atomics Aeronautical Systems	EUA	32	Asas fixas	11	20	3,81	482	313	15,42	27	1900	1 x motor turboélice Honeywell TPE331-10 (900 hp)	4 x AGM-114 Hellfire 7 x Pontos de fixação de mísseis	4760	1700
MQ-9B Skyguardian	General Atomics Aeronautical Systems	EUA	-	Asas fixas	11,7	24	-	390	-	12,2	40	11000	1 x motor turboélice Honeywell TPE331-10 (900 hp)	9 x Pontos de fixação de mísseis (pilones)	5670	2520
Kronshtadt Orion	Kronstadt Group	Rússia	13	Asas fixas	8	16	3	200	120	8	24	250	-	4	1000	200
MQ-1C Gray Eagle	General Atomics Aeronautical Systems	EUA	8	Asas fixas	8,5	17	2,1	310	250	8,84	30	400	1 x motor a pistão Thielert 2.0L (165 hp)	4 x AGM-114 Hellfire ou 8 x AIM-92 Stinger	1633	488
MQ-1 Predator	General Atomics Aeronautical Systems	EUA	40	Asas fixas	8,22	14,8	2,1	217	165	7,62	24	1100	1 x motor a pistão Rotax 914F (115 hp)	2 x AGM-114 Hellfire	1020	508
Bayraktar TB2	Baykar	Turquia	6	Asas fixas	6,5	12	2,2	220	130	8,23	27	150 (MTOW) / 300 máx	1 x motor a pistão a gasolina Rotax 912 (100 hp)	4 x Laser Guided Smart Munitions	630	150
Bayraktar TB3 (em desenvolvimento)	Baykar	Turquia	-	Asas fixas	8,35	14	2,6	300	232	9,5	24	10000	1 x motor a pistão turbodiesel TEI PD170 (previsão)	8	1450	280
Falco Xplorer	Leonardo S.p.A.	Itália	-	Asas fixas	9	18,8	3,8	215	-	9,15	24	-	-	-	1300	350
CH-5 Rainbow	China Aerospace Science and Technology Corporation	China	17	Asas fixas	11	21	3,8	300	220	9	60 h / 30 h com 8 mísseis AR-1	6500	1 x motor a pistão diesel (330 hp)	16	3300	1000
Aarok	Turgis & Gaillard	França	-	Asas fixas	-	22	-	460	-	9,15	24	-	1 x motor turboélice Pratt & Whitney PT6	-	5500	3000
MQ-8B Fire Scout	Northrop Grumman Corporation	EUA	16-27,5	Asas rotativas	7,3	8,4 (diâmetro do rotor principal)	2,96	213	200	6,1	8 h / 5 h (MTOW)	200	1 x turboeixo Rolls-Royce 250	-	1430	490
MQ-8C Fire Scout	Northrop Grumman Corporation	EUA	33	Asas rotativas	10,6	11,2 (diâmetro do rotor principal)	3,3	260	-	6,1	15	-	1 x turboeixo Rolls-Royce 250-C47B	-	2720	1240

## V. CONCLUSÕES

Ao longo da aplicação do método proposto neste trabalho, identificou-se que o método foi efetivo para realizar a pesquisa comparativa do SARP de ataque, o que auxiliará em seu processo de desenvolvimento e aquisição. Foi possível identificar as principais características de sistemas similares ao que será projetado e nivelar o conhecimento dos envolvidos no projeto acerca desses sistemas, de modo que os *stakeholders* possam ter uma visão mais clara e alinhada a respeito dos parâmetros de desempenho gerais que podem ser atingidos com a tecnologia disponível atualmente.

A utilização do método proposto trouxe benefícios ao sistematizar o processo de pesquisa comparativa, estabelecendo critérios para a seleção dos sistemas a serem estudados e quais características de projeto deveriam ser levadas em consideração.

Uma limitação encontrada durante a aplicação foi a dificuldade de encontrar dados consistentes para todas as características que se objetivava estudar, o que era de certa maneira esperado, em função das diversas variáveis que influenciam em certos parâmetros de desempenho, conforme discutido no trabalho. Tal dificuldade, contudo, pode ser contornada pela disponibilidade de informações de outras aeronaves, não trazendo prejuízos para o objetivo da pesquisa.

Como sugestão de trabalho futuro, propõe-se que o método seja integrado a um processo de Engenharia de Sistemas para aquisição ou desenvolvimento de sistemas militares.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte fornecido durante o desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- [1] CASALE, D. E. “Estudo conceitual de uma constelação de pequenos satélites de comunicações de banda estreita para o Exército Brasileiro”. 170f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias Espaciais) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2019.
- [2] CASALE, D. E. “Estudo acerca do emprego de Sistemas Satelitais pelo Exército Brasileiro”. 2019. 55 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2019.
- [3] PILOTTI, L. “Corso di Management”. [S.l.]: McGraw-Hill Education, 2017. 473 p.
- [4] TURCHETTI, G.; GEISLER, E. “The nature of knowledge and the platform and matrix solutions in the design of knowledge management systems”. *Journal Of Management & Governance*, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 657-671, 13 dez. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10997-011-9199-9>.
- [5] RIVA, A.; PILOTTI, L. “The strategy and the evolution of benchmarking methodology: the case of rank xerox-fuji”. *Economia Aziendale Online: Business and Management Sciences International Quarterly Review*, [S.l.], v. 10, p. 273-291, fev. 2019.
- [6] GARCIA, L. S. “Benchmarking para o Programa de Proteção aos Defensores de Direitos Humanos, Comunicadores e Ambientalistas: experiência da Colômbia e México”. Brasília: Diálogos Setoriais Brasil - União Europeia, 2020. 73 p.
- [7] SPENDOLINI, M. J. “Benchmarking”. [S.l.]: Norma, 1994. 248 p.
- [8] VIDAL, D. F. Z. “Benchmarking como herramienta de evaluación y diagnóstico de sistemas de innovación”. In: IV SEMINÁRIO IBÉRICO CTS, 4., 2006, Málaga. Anais [...]. Málaga: AIA-CTS, 2006.
- [9] TEMÓTEO, T. G. “Indicadores de benchmarking dos serviços desaneamento voltados a populações vulneráveis”. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- [10] MCNAIR, C. J.; LEIBFRIED, K. H. J. “Benchmarking: A Tool for Continuous Improvement”. New York: Harper Business, 1992. 344 p.
- [11] PASSOS, C. A. S.; HADDAD, R. B. B. “Benchmarking: a tool for the improvement of production management”. *IFAC Proceedings Volumes*, [S.l.], v. 46, n. 24, p. 577-581, set. 2013.
- [12] KYRÖ, P. “Revising the concept and forms of benchmarking”. *Benchmarking: An International Journal*, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 210-225, 1 jun. 2003.
- [13] ALBERTIN, M. R.; KOHL, H.; ELIAS, S. J. B. “Manual do benchmarking: um guia para implantação bem-sucedida”. Fortaleza: Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará, 2015. 180 p.
- [14] CALEGARI, J. F. M. “Desenvolvimento de uma ferramenta para operacionalizar o estudo de benchmarking made in Brazil”. 2005. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- [15] SCHOETTLE, J. Réaliser un benchmarking: se comparer aux meilleurs pour progresser. [S.l.]: INSEP Consulting, 2003. 48 p.
- [16] BACK, N. et al. “Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem”. Barueri: Manole, 2008.
- [17] HURRIYET DAYLI NEWS. “500th Bayraktar TB2 rolls off assembly line”. Disponível em: <https://www.hurriyetdailynews.com/500th-bayraktar-tb2-rolls-off-assembly-line-184220>. Acesso em: 21 jun. 2024.