

NAe 55.000 – UM SUCESSOR PARA O NAVIO-AERÓDROMO *SÃO PAULO*

RENÉ VOGT^[*]

SUMÁRIO

Introdução
Necessidade de um novo navio-aeródromo
Conceito de um navio-aeródromo moderno
Escolha do tamanho adequado
Modernos critérios de projeto
Escolha da tecnologia
Características principais do NAe 55.000
Logística
Manutenção
Custos
Conclusão
Anexo – Desenhos do NAe 55.000

INTRODUÇÃO

Nosso atual Navio-Aeródromo (NAe) *São Paulo* (A12), após um período de dois anos de extensas reformas, deverá ser liberado para o serviço ativo em 2009. Sua vida útil operacional deve se estender até

o quinquênio 2020-2025. Assim, um novo projeto para a obtenção de um substituto construído no Brasil já estaria atrasado, pois se estima em cerca de 15 anos o prazo de projeto e construção, diante do ineditismo de tal empreitada em nosso país.

^[*] Segundo-Tenente RM2-CA, engenheiro civil, empresário e membro da Sociedade dos Amigos da Marinha de São Paulo (Soamar-SP).

Se por um lado, entre os conhecedores da matéria, há um grande consenso quanto à necessidade de um ou mesmo dois NAe para a Marinha do Brasil, será preciso convencer a opinião pública e o contribuinte sobre, primeiro, as necessidades estratégicas e militares e, segundo, as vantagens tecnológicas e econômicas de um navio desse tipo, concebido e construído no País.

Um novo NAe não é o único objetivo da Marinha do Brasil, mas, sim, parte de um novo conjunto de meios para recompor um Poder Naval adequadamente dimensionado e equilibrado, capaz de defender os interesses nacionais. Além do poder aeronaval representado pelo novo NAe, a Marinha deverá contar com novos meios para a Força de Superfície, a Força de Submarinos, a componente expedicionária (representada pelo Corpo de Fuzileiros Navais e pelos meios de desembarque anfíbio) e uma frota de navios de apoio logístico.

Entretanto, no conjunto de navios de uma Marinha bem dimensionada, percebe-se que o NAe representa uma peça sumamente importante (e imprescindível) na composição de um Poder Naval compatível com as dimensões territoriais e oceânicas, as riquezas e os interesses do Brasil.

O presente trabalho se propõe a explicar aos leigos (e justificar junto aos especialistas) os motivos da aquisição e o dimensionamento de um novo tipo de NAe. O texto baseia-se em fontes e bibliografia ostensivas, não refletindo pontos de vista oficiais da Marinha do Brasil nem interesses comerciais, sendo a menção de nomes, marcas e modelos apenas a opção do autor, que deseja manifestar agradecimentos especiais ao Vice-Almirante José

Carlos Cardoso e ao Professor Eduardo Italo Pesce, pelo incentivo na realização desta pesquisa, sugestões e leitura crítica do texto.

NECESSIDADE DE UM NOVO NAVIO-AERÓDROMO

Já na Segunda Guerra Mundial, ficou evidente a supremacia da aviação embarcada num teatro de operações marítimo. A caça ao *Bismarck* e as famosas batalhas do Pacífico condenaram ao desaparecimento os grandes encouraçados e cruzadores. Porém não somente nas batalhas navais, mas tam-

bém durante o desembarque dos fuzileiros navais norte-americanos nas ilhas do Pacífico ficou clara a importância da cobertura aérea durante as operações anfíbias. Assim, o navio-aeródromo assumiu a supremacia do Poder Naval. Depois daquele conflito, transformou-se numa plata-

forma de projeção de poder, por meio de suas aeronaves embarcadas.

Os aviões embarcados num NAe cobrem áreas marítimas num raio de mais de mil quilômetros em torno de uma força-tarefa, em missões de ataque, de superioridade aérea e de guerra antissubmarino, e alcances ainda maiores quando falamos de busca e vigilância aérea (AEW – *Airborne Early Warning*). Quando consideramos, além disso, a mobilidade do NAe, com sua capacidade de se deslocar rapidamente como uma base aérea flutuante, fica evidenciada a importância estratégica da aviação embarcada no controle de áreas marítimas.

O NAe é, por sua natureza, a plataforma ideal para a consecussão de três das quatro tarefas básicas de Poder Naval, a saber: **con-**

Um novo projeto para a obtenção de um substituto construído no Brasil já estaria atrasado, pois se estima em cerca de 15 anos o prazo de projeto e construção

trole de áreas marítimas, projeção de poder sobre a terra e contribuição para a dissuasão.

Essas tarefas podem ser de natureza defensiva ou ofensiva. A projeção de poder sobre terra é a de perfil nitidamente ofensivo e privilegia a cobertura de operações anfíbias.

Em função de seu tamanho, o NAe atende a quatro requisitos para exercer o **Poder Naval** efetivo, que são os seguintes: **mobili-dade** – capacidade de rápido deslocamento a grandes distâncias, **permanência** – operação independente por períodos prolongados cobrindo grandes áreas, **versatilidade** – aptidão para realizar grande gama de tarefas em vários níveis de intensidade, e, finalmente, **flexibilidade** – organizar e coordenar grupos operativos a partir de uma força-tarefa em função de missões de naturezas diversas.

Mas sua importância não se mostra apenas em situações de conflito de alta intensidade (guerra declarada), mas também em situações de conflito de média intensidade, ou seja, situações de imposição de embargos, acordos de paz e negação do uso do mar a agressores recalcitrantes. Em conflitos de baixa intensidade ou na estabilização de crises, o resgate de populações em situações de alto risco, a ajuda humanitária e o apoio de tropas sob a bandeira da Organização das Nações Unidas (ONU) em terra tornam-se igualmente importantes.

Em tempos de normalidade, desfraldar a Bandeira Nacional e praticar a projeção de poder pacífica, para mostrar o poderio a ser empregado em caso de ameaça aos interesses nacionais, tornam a sua mera presença um elemento de dissuasão. Não podemos esquecer que 95% do comércio internacional do Brasil são escoados por via marítima e que somos signatários de acordos internacionais para proteção da navegação contra atos ilícitos, salvaguarda da

vida humana no mar e garantia dos nossos interesses na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) e na plataforma continental.

Tampouco podemos esquecer as imensas reservas de gás natural e petróleo *off-shore*, o potencial das reservas minerais do fundo do mar e a pesca. No conjunto, estamos falando de uma área atlântica (denominada “Amazônia Azul”) de aproximadamente 4,5 milhões de km² sob nossa jurisdição, com direitos e deveres.

CONCEITO DE UM NAVIO-AERÓDROMO MODERNO

Desde o final de década de 60, os norte-americanos abandonaram o conceito de navios dedicados, como o NAe de ataque (CVA) e o NAe antissubmarino (CVS). Durante a Segunda Guerra Mundial, os tipos de NAe eram diferenciados, sendo os NAe de escolta (CVE) menores e com missões primordialmente de guerra antissubmarino.

Isso perdurou por algum tempo, quando então se decidiu pelo NAe polivalente, com um GAE (Grupo Aéreo Embarcado) composto por aeronaves com diferentes atribuições: superioridade aérea, ataque, guerra antissubmarino (ASW – *Anti Submarine Warfare*), vigilância aérea eletrônica (AEW – *Airborne Early Warning*), guerra eletrônica (EW – *Electronic Warfare*), reabastecimento em voo (Revo), busca e salvamento (SAR – *Search and Rescue*) e entrega de pessoal e carga a bordo (COD – *Carrier On-Board Delivery*).¹

Esta decisão obrigou a uma revisão do tamanho dos navios-aeródromos para poder abrigar um GAE maior e mais flexível. Além disso, um deslocamento maior deveria permitir maior sustentabilidade das operações e maior raio de ação do navio. Os NAe projetados no período pós-guerra se-

¹ Cf. Norman Friedman, *U.S. Aircraft Carriers: An Illustrated Design History* (Annapolis: Naval Institute Press, 1986), pp. 7-29 et passim.

guiam uma regra empírica, que determinava o número de aeronaves embarcadas em função da tonelagem do navio: uma aeronave para cada mil toneladas de deslocamento. Entretanto, demonstraremos abaixo que é mais realista supor-se uma aeronave por 1.200 t de deslocamento carregado.

Modernamente, o tamanho e a capacidade do NAe tornaram-no um centro nodal da guerra centrada em rede (NCW – *Network-Centric Warfare*). Além de ser necessariamente o núcleo de uma força-tarefa no âmbito tático, estrategicamente ele passa a ter importância ainda maior por seu poder bélico, sua mobilidade e sua capacidade de coleta de informações. Devido ao custo inerente ao seu tamanho e sofisticação, tais meios são hoje concebidos para ficarem em operação por períodos entre 40 e 50 anos, incluindo os períodos de manutenção e modernização.²

ESCOLHA DO TAMANHO ADEQUADO

Para ser razoavelmente eficaz em sua polivalência, admite-se que um NAe deverá deslocar entre 50 mil e 60 mil toneladas carregado, embarcando um total de 40 a 50 aeronaves. No caso da Marinha do Brasil, supomos um NAe com um GAE de 42 aeronaves e um deslocamento carregado de 55 mil toneladas. Justificaremos essa premissa com nossos cálculos mais adiante.

Um super-NAe de quase 100 mil t, como os da U. S. Navy (USN), não se aplicaria à

nossa realidade nem corresponderia aos nossos interesses políticos e estratégicos. No outro extremo, um NAe como o nosso *São Paulo*, com suas 33 mil toneladas, é definitivamente insuficiente para abrigar um número necessário de aeronaves modernas.

Tomemos como exemplo o NAe (PAN – *Porte Aéroneufs Nucléaire*) francês *Charles de Gaulle*, com suas 40 mil t carregado: embarca normalmente 30 a 35 aeronaves e teve severas restrições de operação com aeronaves modernas no início, passando por custosas modificações antes mesmo de ser incorporado, devido ao convés de voo de comprimento limitado e a problemas com cabos de parada e catapultas.

Num NAe menor, como o atual A-12, o número insuficiente de aeronaves embarcadas tornaria necessário utilizar dois ou mais NAe numa mesma operação, a fim de atingir os alvos em terra e proteger a força naval. Donde se conclui que um NAe maior é mais eficaz na consecução de suas missões

a um custo de aquisição inferior, se comparado a dois menores, por exemplo.

Não deve ser coincidência que o projeto comum anglo-francês de NAe (os dois novos CVF ingleses e seu irmão francês PA-2 convencional) tenha resultado num modelo de 65 mil toneladas carregado (os franceses poderiam ter repetido o *Charles de Gaulle*, de 40 mil t) com um GAE previsto de 50 aeronaves.

Em estudos anteriores do início dos anos 70, a U.S. Navy considerava urgente e crítico o projeto de um novo NAe, pois os da classe *Midway* estavam chegando ao seu

prazo de vida útil.

Devido ao custo inerente ao seu tamanho e sofisticação, tais meios são hoje concebidos para ficarem em operação por períodos entre 40 e 50 anos, incluindo os períodos de manutenção e modernização

² Cf. Friedman, Op. cit., pp. 323-333 et passim.

limite de 30 anos de serviço, portanto próximos às suas baixas. Além disso, no início da década seguinte seria a vez de os navios da classe *Forrestal* atingirem sua idade limite.³

Nessa época, o CNO (*Chief of Naval Operations*), Almirante Elmo Zumwalt, propunha um “*Sea Control Ship*” (SCS), um NAe de aproximadamente 15 mil t, de custo muito menor do que o da classe *Nimitz*. Cancelado pela USN, o projeto básico foi adquirido pela Espanha, tornando-se o atual NAe *Príncipe de Astúrias*.

O projeto de um navio maior (foram analisadas variantes com deslocamento entre 25.000 e 40.000 t), denominado VSS (*V/STOL Support Ship*), não prosseguiu além dos estágios iniciais. Finalmente, o grupo propôs um novo projeto de NAe de 50 mil a 60 mil t, que veio a ser conhecido como “*Tentative Conceptual Base Line*” (T-CBL). Esses estudos foram realizados entre 1972 e 1974.⁴

No Federal Year (FY)-74 foi autorizado um terceiro classe *Nimitz*, o CVN-70 Carl Vinson, sem contudo descontinuar a ideia de um NAe de propulsão convencional menor. Assim, no período entre 1979 e 1981, esse projeto evoluiu para o CVV, um NAe de porte médio, capaz de operar as aeronaves típicas da época. O CVV foi baseado no T-CBL, pois esse era o único estudo conceitual alternativo disponível à época.

O CVV teve alguns itens corrigidos, como o balanço entre a tripulação do navio e o pessoal do GAE. Algumas características do convoo foram modificadas para melhorar a capacidade de sobrevivência do navio. Assim, ficaram apenas duas catapultas, uma na proa e outra lateral a bombordo, e um dos dois elevadores originais de boreste foi deslocado para a ré a bombordo. Entretanto, operacionalmente,

o NAe estaria limitado devido ao número restrito de aeronaves especializadas, como AEW, ASW, Revo e Recon. A decisão da USN de adotar um GAE flexível nos seus NAe tornou o mero número de aeronaves, por si só, um item particularmente valioso.

No governo do Presidente Carter, esse projeto, já com cerca de 50 mil t de deslocamento carregado, foi reavaliado e considerado insuficiente e operacionalmente arriscado demais. O CVV incorporava capacidade plena de cabos de parada para operações CTOL, e seu deslocamento carregado foi aumentado à medida que o projeto evoluía, até chegar a mais de 62 mil t. Este é outro exemplo do critério de dimensionamento mínimo de um NAe, feito por uma Marinha com ampla experiência no assunto. Finalmente o projeto CVV foi abandonado em favor de unidades adicionais da classe *Nimitz*.⁵

MODERNOS CRITÉRIOS DE PROJETO

A arquitetura naval é a chave da abordagem criativa na fase preliminar do projeto de um navio. A abordagem do projeto inclui não somente os espaços internos, mas uma ampla gama de itens, inclusive a escolha do tipo de casco.

Os três principais parâmetros preliminares de um projeto são os seguintes:

- (1) capacidade de abrigar todo o inventário a bordo;
- (2) prover a capacidade militar exigida de um NAe; e
- (3) a escolha do nível de sofisticação da tecnologia adotada para a solução final do projeto.

A escolha do tipo de NAe deve focar primordialmente a variedade de aeronaves embarcadas, além das demandas específi-

³ Ibid., pp. 323-333.

⁴ Ibid., pp. 335-357.

⁵ Ibid., pp. 323-333.

cas de uma ampla gama de missões nas operações aéreas no mar. A variedade de tipos nos leva a uma primeira decisão no tocante ao número de aeronaves e o tipo de operação: V/STOL, Stobar ou CTOL.⁶ Estes são determinantes no projeto do convoo. Temos, pois, os três primeiros requisitos fundamentais:

(1) tipo e quantidade de aeronaves embarcadas e operadas;

(2) catapultas e aparelhos de parada; e

(3) o conceito de propulsão do navio.⁷

O projeto começa, portanto, pelo convoo. Este deve oferecer o espaço necessário para manobras, estacionamento, *pit-stops* e operações seguras, notadamente de catapultagem e pouso simultâneos, tanto para operações diurnas como noturnas. O comprimento e a potência das catapultas devem ser tais que permitam o lançamento das aeronaves maiores em condições de ventos fracos, como uma eventual compensação à velocidade contínua do NAe abaixo de 28 nós. O mesmo critério se aplica à pista de pouso, que deve ter um comprimento suficiente para permitir a instalação de três cabos de parada (e uma barricada de emergência), assim como garantir um ângulo de descida (*glide slope*) seguro e um trecho de frenagem suficiente para operações a velocidades reduzidas do navio e pouco vento de proa.

Definidas as dimensões do convoo, segue-se o dimensionamento do hangar, segundo os critérios adotados, relativos ao número de aeronaves a serem abrigadas simultaneamente, ao tipo de manutenção e serviços de apoio a serem feitos a bordo e à disposição das oficinas e depósitos de materiais pertinentes.

Na sequência, dimensiona-se o casco: comprimento e boca na linha-d'água, calado, coeficiente de bloco e a razão L/B (comprimento/boca, na linha-d'água). Disso resultam características como: qualidades náuticas (*seaworthyness*), estabilidade, arrasto, potência de propulsão, velocidade e capacidade de armazenagem (ou DWT – *Deadweight Tonnage*). Em inglês, a representação sucinta “S5” significa resumidamente para o projetista: ***speed, seakeeping, stability, strength, style***.

As dimensões gerais de um NAe são determinantes na sua capacidade militar, ou seja, na sua capacidade de atender a todas as missões para o qual ele foi projetado.

Os requisitos ***operacionais*** exigem do navio a capacidade de operar em situações de conflito de baixa, média e alta intensidades, flexibilidade para cumprir vários tipos de missões e capacidade de operar e cooperar com toda a sorte de meios militares navais, aéreos, espaciais e terrestres.

Os requisitos de ***habilitação*** definem a sua capacidade de sobrevivência e de absorver avarias em condições operacionais, a sustentabilidade que vem a ser sua mobilidade e autonomia, tanto no deslocamento quanto no tempo de permanência em ação sem suprimento. Assim sendo, sua capacidade interna de armazenar combustíveis, munição e víveres é crucial para atender aos requisitos acima, e o tamanho resultante tem reflexos diretos na sua capacidade de sobrevivência.⁸

ESCOLHA DA TECNOLOGIA

A demanda contínua relativamente elevada de energia elétrica a bordo e a dis-

⁶ V/STOL = *Vertical/Short Takeoff and Landing* (decolagem e pouso verticais ou curtos); Stobar = *Short Takeoff but Arrested Landing* (decolagem curta e pouso com aparelho de parada); CTOL = *Conventional Takeoff and Landing* (decolagem e pouso convencionais).

⁷ Cf. Friedman, Op. cit., pp. 323-333.

⁸ *Ibid.*, pp. 323-333. Cf. também David Andrews, “Architectural Considerations in Carrier Design”, *International Journal of Maritime Technology* (London: RINA, 2004).

ponibilidade de novas tecnologias, como motores de propulsão elétricos mais modernos, catapultas e aparelhos de parada eletromagnéticos, viabilizam a escolha da solução do navio “totalmente elétrico”. Portanto, podemos gerar apenas um único tipo de energia (elétrica) para todas as aplicações a bordo, mediante o emprego da geração combinada, com turbina a gás e turbina a vapor. Este princípio tem um rendimento térmico muito elevado, permitindo uma grande eficiência no consumo do combustível de propulsão.⁹

A nova e moderna tecnologia de propulsão elétrica reduz de forma marcante a assinatura acústica do navio devido ao nível mínimo de vibrações e ruídos, características típicas dos motores elétricos. A real fonte de ruídos seriam os geradores primários, porém estes são enclausurados e montados em base elástica. Os demais fatores são relacionados à hidrodinâmica do casco.

O novo conceito de *catapultas eletromagnéticas* (EMALS – *Electro Magnetic Aircraft Launching System*) traz vantagens em relação ao sistema a vapor, que podemos resumir assim: eficiência elétrica igual a 89%, menor peso e metade do volume, 30% menos pessoal de operação e manutenção, custo de ciclo de vida 20% menor, vida útil das células das aeronaves 30% maior e menor sacrifício físico dos pilotos. O sistema de administração e controle informatizado dos lançamentos permite uma flexibilidade operacional impossível de ser conseguida com as catapultas a vapor.¹⁰ No presente caso, escolhemos duas catapultas de 75 m capazes de lançar aeronaves de 35 a 40 toneladas.

Teoricamente, parte da energia gasta no lançamento poderia ser recuperada no pou-

so. Não toda, pois não existe “moto contínuo” e, no lançamento, o peso e a velocidade são maiores do que no pouso. Entretanto, com o *aparelho de parada elétrico*, em vez de utilizar um pistão hidráulico para dissipar calor, o mecanismo aciona um gerador de eletricidade com a energia cinética do avião em pouso. Essa energia gerada pode ser armazenada numa bateria de acumuladores, disponibilizando energia para pronto uso pela rede do sistema elétrico do navio. O princípio é idêntico ao sistema de frenagem magnético dos trens de alta velocidade como os TGV e ICE, onde, durante o processo, os motores passam a funcionar como geradores, devolvendo energia à rede.

Os cabos de parada seriam três, localizando-se o primeiro a 54 metros da borda da pista a ré, com distâncias iguais de 12 metros entre si. A distância de frenagem do terceiro cabo até o final da pista é de 122 m. Isto assegura um ângulo de pouso de 3,5° com uma altura de 5,4 metros entre o gancho do avião e o bordo da pista para enganchar o primeiro cabo.¹¹

Um meio naval da importância e do custo de um NAe não pode simplesmente relegar sua proteção aos navios de escolta. O NAe é um alvo prioritário em qualquer cenário de crise. Seguindo a tendência universal atual, o NAe deve ser provido com alguma capacidade defensiva, como mísseis de curto ou médio alcances e canhões de pequeno calibre. A mesma discussão existe atualmente para equipar o *São Paulo* com uma capacidade defensiva minimamente aceitável.

Os sensores eletrônicos seriam os clássicos, com um conjunto de radares e MAGE (Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica).

⁹ Ibid.

¹⁰ Cf. “EMALS – Electromagnetic Aircraft Launch System.” Disponibilizado no sítio: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ships/emals.htm>.

¹¹ Cf. estimativas baseadas em Friedman, Op. cit., pp. 323-333.

Esses sensores funcionam isoladamente ou em conjunto com as aeronaves AEW. Afinal, o NAe deve coordenar as operações da força-tarefa e precisa dispor dos meios eletrônicos adequados.

Com sua vocação natural para ser um ponto nodal de um sistema militar integrado de

NCW (*Network-Centric Warfare*) e CEC (*Cooperative Engagement Capability*), o NAe torna-se a plataforma ideal para abrigar a eletrônica necessária com capacidade C4 & ISR (*Command, Control, Communications, Computers & Intelligence, Surveillance, Reconnaissance*).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO NAE 55.000:

I – Os cálculos efetuados nos levaram a um estudo de projeto de concepção com as seguintes características:

Comprimento total (comprimento do convoo):	273,00 m
Comprimento entre perpendiculares (linha-d'água):	254,00 m
Boca na linha-d'água:	36,00 m
Razão L ÷ B (linha-d'água):	7,05
Coefficiente de bloco:	0,62
Largura média do convoo:	66,00 m
Largura máxima do convoo (no final da pista de pouso):	76,00 m
Área do convoo, inclusive elevadores:	15.800 m ²
Pista de pouso:	200 m x 24 m
Pontal:	27,70 m
Borda livre (linha-d'água ao convoo):	18,00 m
Calado máximo:	9,70 m
Deslocamento carregado:	55.000 t
Densidade de potência:	1,82 kW / tonelada (<i>full-load</i>)
Potência total de propulsão:	100,0 MW nominais
Potência total instalada:	130,0 MW
Ciclo combinado:	(4 x turbinas a gás 25 MW) + 18,0 MW (1 x turbina a vapor)
Auxiliar:	44,40 MW (6 x diesel geradores)
Rede elétrica (hotelaria + catapultas):	30,00 MW
Velocidade máxima:	32 nós
Velocidade de cruzeiro:	18 nós
Autonomia:	19.000 n.m. / 18 nós
Mantimentos:	45 dias

II – Tripulação total, base comparativa:

- O CVV previa 4.024 oficiais e praças;
- O *Charles de Gaulle* tem uma tripulação total de 1.950 homens com víveres para 45 dias;
- O novo projeto do CVN-21 prevê uma tripulação fixa de 2.400 oficiais e praças, com pessoal dedicado ao GAE de 2.450 oficiais e praças para 80 aeronaves (30,6/aeronave). Total geral: 4.850 tripulantes.

d) Para NAe 55.000, estimamos:

Tripulação do navio:	1.240 oficiais e praças, inclusive esquadra.
Tripulação do Grupamento Aéreo Embarcado:	1.260 oficiais e praças, média 30/aeronave.

III – GAE típico:

24 Aeronaves de ataque e/ou interceptação;
 06 Aeronaves para AEW, REVO e COD;
 12 Hes de múltiplo emprego;
 06 Drones de asa rotativa.

IV – Balanço de pesos (dados comparativos ao CVV, segundo Norman Friedman):¹²

Deslocamento a plena carga:	55.000 t
Deslocamento Leve:	41.250 t
Peso morto (DWT):	13.750 t
42 aeronaves + sobressalentes:	550 t
Tripulação e pertences:	500 t
Munição:	1.950 t
Combustível de aviação:	3.700 t
Diesel Naval:	5.700 t
Lubrificantes:	150 t
Água:	300 t
Víveres:	900 t

LOGÍSTICA

A operação de um novo NAe deste porte, junto com seus escoltas, demandaria um apoio logístico em missão que atualmente não poderia ser adequadamente realizado. Abaixo, o autor relaciona um estudo feito para navios logísticos de três tipos com missões diferentes, a partir de um mesmo navio ou casco. O objetivo seria a construção modular de um só tipo de casco e propulsão para reduzir os custos de aquisição, manutenção e logística. As opções seriam as seguintes:

- a) T-AO: Navio-Tanque de Esquadra (*Fleet Tanker*);
- b) T-AOE: Navio de Suprimento de Força-Tarefa (*Fast Combat Replenishment Ship*);
- c) T-AKE: Navio de Cargas Secas e Munições (*Dry Stores Supply Ship*).

T-AO: NAVIO-TANQUE DE ESQUADRA, ou *Fleet Tanker*, para abastecer a esquadra no mar com combustíveis para navios, aviões e helicópteros.

Dimensões do navio:	190,0 / 178,0 m x 28,0 m x 9,6 m x 0,65 = 31.100 t (f1)
Diesel Naval:	8.000 + 2.310 = 10.310 t / 12.130 m ³
JP5:	8.000 + 200 = 8.200 t / 10.120 m ³
Lubrificantes:	1.000 t / 1.110 m ³
Água:	140 t / 140 m ³
Total volume necessário normal:	23.500 m ³

¹² Cf. Friedman, Op. cit., pp. 323-333.

T-AOE: NAVIO DE SUPRIMENTO DE ESQUADRA, ou *Fast Combat Stores Ship*, para abastecer a esquadra no mar com combustíveis para navios, aviões e helicópteros, material seco em geral, munição e víveres secos, refrigerados e congelados. Arquitetura idêntica ao T-AO.

Dimensões do navio:	190,0 / 178,0 m x 28,0 m x 9,6 m x 0,65 = 31.100 t (fl)
Carga útil total:	15.800 t
Cargas líquidas, incluindo as de consumo próprio do navio:	19.980 m ³
Cargas sólidas, disponibilidade:	6.020 m ³
Distribuição da carga útil:	
Diesel naval:	12.400 t
JP-5:	1.500 t
Lubrificantes:	200 t
Munição:	800 t
Carga seca e peças sobressalentes:	300 t
Viveres secos:	350 t
Viveres congelados/refrigerados:	250 t

T-AKE: NAVIO DE SUPRIMENTO DE CARGAS SECAS, seria aproximadamente o inverso do T-AOE, ou seja, maior volume de cargas secas e pequeno volume de combustíveis. Arquitetura idêntica aos dois anteriores.

O NAe normalmente navega acompanhado de seus escoltas e, à guisa de estimativa, suporemos o NAe acompanhado de 4 F-7000 (esta também objeto de um estudo feito pelo autor). Em função da autonomia de 19.000 n.m./18 nós e das demandas operacionais do NAe 55.000, concluímos que os escoltas compatíveis precisariam ser do porte da F-7000, considerando-se velocidade, autonomia e qualidades náuticas. Para simplificar, adotaremos apenas o regime de navegação em velocidade de cruzeiro de 18 nós e um gasto 28% do estoque total de munição e mísseis do NAe e das F-7000, para um regime estimado de baixa intensidade. Estudo para o emprego de um T-AOE proposto:

ITENS	NAe	4 x F-7000	TOTAL DEM. SUPRIMENTO	T-AOE ESTOQUES	Nº REABAST.	EXTENSÃO DA MISSÃO
DIESEL NAV.	5.700 t 19.000 n.m. 44 dias de mar	4.000 t 6.100 n.m. 11 dias de mar	25.700 t 60 dias missão	12.400 t (10.300 t)	F-7: 5 x 4.000 t NA: 1 x 5.700 t	Total 60 dias
JP-5	3.700 t 20 dias oper.	740 t 20 dias op.	9.000 t 60 dias missão	1.500 t (3.600 t)	F-7: 2 x 740 t NA: 2 x 3.700 t	Total 60 dias Total 60 dias
LUBRIF.	150 t	104 t	254 t	200 t	78% estoq. total	30 dias (tot. 60) 15 dias (tot. 60)
MANTIMENTO	900 t 45 dias	200 t 30 dias	500 t	600 t	1 x 200 t F 7000 1 x 300 t NAe	
MUNIÇÃO + MÍSSEIS	1.950 t	828 t	780 t	800 t	28% estoq. total	

Para uma missão de 60 dias cobrindo aproximadamente 36 mil n.m. em regime de cruzeiro a 22 kts, demandas a partir do primeiro RAS:

1) Diesel Naval: Demanda total de 25.700 t ou 2,5X a capacidade de diesel do T-AOE = 10.300 t.

2) JP-5: Demanda total de 9.000 t ou 2,5X a capacidade de JP-5 do T-AOE = 3.600 t.

3) Soma dos dois tipos de combustíveis necessários: 34.700 t. Portanto, o T-AOE da força-tarefa precisa ser reabastecido três vezes durante a missão por um T-AO, este com sua capacidade de 16 mil t no limite. Com alguma alteração do regime de operações durante a comissão de 60 dias, seria necessário um terceiro reabastecimento de combustíveis.

CONCLUSÃO: A força-tarefa de 1 x NAe + 4 x F-7000 em missão durante 60 dias de mar demanda 1xT-AOE acompanhando e 1xT-AO (shuttle) para três abastecimentos em viagem, o T-AOE retornando da comissão ainda com reservas de combustíveis.

MANUTENÇÃO

As novas tecnologias aqui propostas não constituem soluções exóticas. Mas não resta dúvida de que o pessoal de manutenção especializado deverá passar por uma grande reciclagem. Entretanto, catapultas, aparelhos de parada e propulsão, como exemplo, terão seu enfoque técnico na engenharia e manutenção elétrica. O restante são quadros de distribuição e geradores convencionais.

A eletrônica será mais moderna e naturalmente demandará novos conhecimentos e práticas. Os armamentos idem. E todos os demais equipamentos mecânicos e máquinas auxiliares, como plantas de produção de água potável, tratamento de efluentes etc., requerem novos procedimentos práticos de operação e manutenção.

No quesito propulsão, a cogeração gás/vapor já é utilizada há décadas, sendo uma tecnologia consagrada. Apesar de ser majoritariamente empregada em instalações em terra, existem grupos industriais que oferecem seu emprego em navios. A manutenção não constitui maiores problemas. As turbinas a vapor são mais simples e fáceis de operar e manter. O vapor é gerado em trocadores de calor que utilizam os gases da exaustão das turbinas como fonte de calor, equipamentos de pleno domínio do pessoal técnico da Marinha.

CUSTOS

A questão dos custos deve atender a um compromisso entre o orçamento e os requisitos militares. Modernamente, os critérios de projeto visam ao *custo do ciclo de vida*, em torno de 40 a 50 anos para um NAe, em detrimento do mero custo de aquisição. Este critério influencia diretamente o custo de aquisição, que tende a ser mais elevado, dependendo da tecnologia aplicada. Entretanto, o mesmo é amortizado/compensado ao longo da vida útil do navio, em função de custos operacionais menores advindos do emprego de tecnologia moderna.

O custo de implantação da obra é praticamente idêntico, tenha o NAe um deslocamento de 40 ou 55 mil t. A construção de um novo NAe demandaria a implantação de um novo estaleiro com um dique seco de pelo menos 320 m x 80 m.

Na construção do navio, o aço é a parte menos onerosa. Contudo, a propulsão e as máquinas auxiliares, os equipamentos, a eletrônica etc., que precisam ser instalados num ou noutro, são muito próximos em volume, peso e custo, donde colocá-los num espaço interno maior é mais vantajoso sob todos os pontos de vista. No quesito do elemento humano, espaços dimensionados mais generosamente resultam em maior conforto

para a tripulação, seja na habitabilidade, no lazer ou no trabalho – isto é, em melhor desempenho do pessoal.

CONCLUSÃO

Pelo exposto, vemos que um NAe precisa realmente ter um tamanho mínimo para poder atender satisfatoriamente à grande multiplicidade de missões em tempos de paz, crise ou guerra. A flexibilidade na consecução de suas missões, mediante a combinação ideal do GAE, autonomia, sustentabilidade e suas qualidades náuticas, são parâmetros que apontam na direção “maior é melhor”. Porém, dentro dos limites da realidade e objetivos políticos de cada país.

O eterno antagonismo entre requisitos militares e custos orçamentários leva às

concessões feitas entre as partes envolvidas, no tocante aos parâmetros de projeto e ao dimensionamento final de um moderno navio-aeródromo.

As conclusões do nosso estudo nos levaram à estimativa de um NAe de 55 mil toneladas (*full-load*), com um GAE de 42 a 48 aeronaves (dependendo do *mix*) e possibilidade de abrigar 100% das aeronaves no hangar. O convoo permite operar todas as aeronaves existentes atualmente, com pousos e decolagens simultâneas, dia ou noite e com qualquer tempo.

Este seria, em nossa opinião, o balanço apropriado entre desempenho militar e custos de aquisição e operacional, considerando-se as vastas extensões oceânicas a serem cobertas com rapidez e eficiência pela Marinha do Brasil.

Um NAe precisa realmente ter um tamanho mínimo para poder atender satisfatoriamente à grande multiplicidade de missões em tempos de paz, crise ou guerra

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:
<FORÇAS ARMADAS>; Navio-aeródromo;

BIBLIOGRAFIA

- ANDREWS, David. “Architectural Considerations in Carrier Design.” *International Journal of Maritime Technology* – The Royal Institution of Naval Architects (RINA). London, 2004.
- CAMPOS NETTO, Sebastião de Andrade. “Momento de decisão para a Aviação Naval”. *Segurança & Defesa* 23 (89): 27-32. Rio de Janeiro, 2007.
- CHAUCHÉRES, Régis. “What Calls for a new (*Charles de Gaulle*) Aircraft Carrier?” *International Defense Review* (06/85): 865-868. Geneva, Jun. 1985.
- “CVF – Future Aircraft Carrier.” Disponível no sítio: <http://www.navy-matters.beedall.com>.
- DICKER, R. J. L. “MEKO Mod. 3.” *International Defense Review* (07/86). Geneva, Jul. 1986.
- “EMALS – Electromagnetic Aircraft Launch System.” Disponível no sítio: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ships/systems/emals.htm>.
- FRIEDMAN, Norman. *Carrier Air Power*. New York: Rutledge Press, 1981.
- _____. *U.S. Aircraft Carriers: An Illustrated Design History*. Annapolis: Naval Institute Press, 1983.
- _____. *British Carrier Aviation: The Evolution of the Ships and their Aircraft*. Annapolis: Naval Institute Press, 1988.
- _____. *New Technology and Medium Navies*. Royal Australian Navy Maritime Studies Program Working Paper No. 1. August, 1999.
- GUARANY, Sérgio L. Y. dos. “Amanhã pode ser outro dia”. *Revista Marítima Brasileira* 128 (1/3): 145-148. Rio de Janeiro, jan./mar. 2008.
- GUIDE special hors-série “Avions de combat du monde”. *Air & Cosmos*. Paris, juin 2003.
- KALSI, Swam S. “Development Status of Superconducting Rotating Machines.” *IEEE PES Meeting*. New York, 27-31 Jan. 2002.
- PESCE, Eduardo Italo. “Guerra de quarta geração: implicações para a Marinha do Brasil”. *Revista Marítima Brasileira* 128 (1/3): 113-132. Rio de Janeiro, jan./mar. 2008.
- _____. “Um navio-aeródromo de helicópteros de assalto para a Marinha do Brasil”. *Revista Marítima Brasileira* 127 (7/9): 75-79. Rio de Janeiro, jul./set. 2007.
- _____. “Uma Marinha de quarta-geração para o Brasil”. *Monitor Mercantil*, Rio de Janeiro, 09/11/2007, p.2 (Opinião).
- _____. “As ‘águas marrons’ e o Tridente de Netuno”. *Monitor Mercantil*, Rio de Janeiro, 10/07/2007, p. 2 (Opinião).
- _____. “Amazônia, Atlântico Sul e operações expedicionárias”. *Monitor Mercantil*, Rio de Janeiro, 24/01/2007, p. 2 (Opinião).
- _____. “Navio-aeródromo: tamanho é documento?” *Monitor Mercantil*, Rio de Janeiro, 16/08/2006, p. 2 (Opinião).
- _____ & CORRÊA, Ronaldo Leão. “Uma classe de navio-aeródromo para a Marinha do Brasil”. *Revista Marítima Brasileira* 120 (4/6): 171-195. Rio de Janeiro, abr./jun. 2000.
- PRANGE, Geert J. “Conversão de um casco de tipo mercante num navio-aeródromo de helicópteros de assalto”. *Revista Marítima Brasileira* 128 (1/3): 133-137. Rio de Janeiro, jan./mar. 2008.
- SYDNEY, Dean E. “Program CVN-21.” *Marine Forum* (10/04): 17-19. Bonn, Oct. 2004.
- WERTHEIM, Eric. *Combat Fleets of the World*, 15th Edition. Annapolis: Naval Institute Press, 2007.