

# ESTUDO COMPARATIVO DE NAVIOS-AERÓDROMOS

RENÉ VOGT\*  
Engenheiro Civil

---

## SUMÁRIO

Introdução
Histórico nacional
Importância na defesa nacional
Modos de obtenção
Necessidade básica – um projeto de concepção
Condicionantes principais na concepção do NAe
Custos de obtenção e ciclo de vida
Comparação do custo de obtenção de um NAe Catobar com outros tipos de meios navais
Opções realistas de aeronaves
Estudo de exequibilidade e comparativo de três tamanhos diferentes de navios-aeródromos operando pelo regime Catobar
Navio-Aeródromo alternativo – Regime Stovl
Conclusão
Desenho do convés de voo
Siglas e abreviaturas
Referências
Apêndices
I – Requisitos Básicos de Projeto Relativos à Capacidade Militar de um NAe
II – Definição da US Navy para Depot Maintenance

---

\* Empresário e membro da Sociedade de Amigos da Marinha de São Paulo (Soamar-SP). Colaborador assíduo da *RMB*.

## INTRODUÇÃO

Continua na pauta da Marinha do Brasil (MB) o estudo para a obtenção de um novo navio-aeródromo (NAe) para suceder ao A-12 *São Paulo*. O assunto é complexo tanto do ponto de vista político como técnico. Primeiramente, será necessário justificar política e estrategicamente a importância deste meio naval caro e poderoso. Segundo, no Brasil não há uma tradição de construção naval militar consolidada e os nossos quadros técnicos precisarão do apoio de um colaborador estrangeiro para a consecução da tarefa de elaborar, primeiramente, um estudo de exequibilidade.

O tempo está conspirando contra nós, pois um projeto desta envergadura irá ultrapassar os prazos preconizados no Plano de Articulação e Equipamento da Marinha do Brasil (PAEMB). Nos parágrafos se-

guintes, o autor se propôs estudar e avaliar este assunto, bem como oferecer algumas opções que foram estudadas e calculadas com base em informações ostensivas e na boa literatura técnica de projetos de navios.

Primeiro, este artigo está baseado numa memória de cálculo elaborada pelo autor, em que são estudados e comparados três possíveis tamanhos de navios-aeródromos como sucessores do A-12 *São Paulo*, operando no regime Catapult Assisted Take-off but Arrested Recovery (Catobar). Este estudo é muito extenso, e aqui apresentaremos apenas os resultados resumidos, com os comentários pertinentes. Para os interessados, o autor poderá disponibilizar o estudo completo ([rene@rmvogt.com.br](mailto:rene@rmvogt.com.br)).

Segundo, o autor também levanta a questão dos altos custos de ciclo de vida

de navios-aeródromos e propõe outra alternativa para a preservação da asa fixa embarcada. Com base em nossas pesquisas, concluímos que não poderemos nos abster de examinar a questão de um NAe alternativo, operando no regime Short Take-off and Vertical Landing (STOVL).

Terceiro, comparando os custos calculados de um NAe do tipo Catobar com os custos de outros meios navais igualmente importantes para a defesa nacional, como, por exemplo, escoltas e submarinos, somos forçados a refletir sobre a aplicação de nossos escassos recursos no curto prazo.

O autor declara não ter nenhum vínculo comercial com qualquer estaleiro nacional

ou estrangeiro. Todos os nomes, marcas, modelos e premissas aqui mencionados são de escolha e preferência do autor e de seu livre arbítrio, não emanando nem representando a opinião oficial da Marinha do Brasil.

**A partir de 1996 até os dias atuais, vimos a Marinha trabalhar para reconquistar a operação de aeronaves de asa fixa**

## HISTÓRICO NACIONAL

A história da aviação naval da MB (Ref. 9) teve seus primórdios lá pelos idos de 1916, sendo a primeira arma aérea do Brasil. A criação da Aviação Naval foi efetivada por meio de decreto do então presidente, Wenceslau Braz, impulsionando o desenvolvimento da aviação em nosso país. Em 1941, durante a presidência de Getúlio Vargas, sob influência dos acontecimentos mundiais e também por razões políticas, foi criada a Força Aérea Brasileira (FAB), decretando-se a extinção da Aviação Naval e da Aviação do Exército, com a transferência de todo o inventário, inclusive pilotos, para a FAB.

Em 1952 começou uma segunda fase, com o renascimento da Aviação Naval por

meio de um decreto que criou a Diretoria de Aeronáutica da Marinha. Nesta segunda fase da Aviação Naval, que duraria até 1965, foram obtidos o Navio-Aeródromo Ligeiro (NAeL) A-11 *Minas Gerais*, comprado na Inglaterra e modernizado na Holanda, os primeiros helicópteros e aeronaves de asa fixa. Também aconteceram a implantação da Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia (BAeNSPA), a transferência das instalações da Avenida Brasil para São Pedro da Aldeia e a formação, na United States Navy (USN), dos primeiros pilotos de asa fixa.

Esta fase intensa e pioneira sofreu um retrocesso em função do decreto presidencial do Marechal Castello Branco, ao extinguir, novamente, a asa fixa na Aviação Naval. Os aviões então embarcados no A-11 *Minas Gerais* passaram a ser operados pela FAB. O período seguinte, compreendido entre 1965 e 1996, viu a operação dos P-16 da FAB embarcados no *Minas Gerais*, a consolidação e expansão da asa rotativa, o início das operações com helicópteros a bordo de fragatas e contratorpedeiros e a criação da Helibras em Itajubá.

A partir de 1996 até os dias atuais, vimos a Marinha trabalhar para reconquistar a operação de aeronaves de asa fixa, após árduo esforço do então ministro da Marinha, Almirante de Esquadra Mauro Cesar Pereira Rodrigues, junto ao então presidente da República, Fernando Henrique Cardoso. Foram comprados caças A-4 Skyhawk do governo do Kuwait e, com ajuda de uma firma americana, foi implementado o trabalho de treinamento, operação e manutenção das

novas aeronaves. O *Minas Gerais* acabou dando baixa do serviço ativo com a compra do A-12 *São Paulo*, o ex-*Foch* da Marine Nationale (França).

Todas estas etapas demandaram muito empenho, coragem, idealismo e trabalho para dar à Marinha do Brasil esta que é uma capacidade operacional indiscutível desde os meados da Segunda Guerra Mundial. Hoje, mais do que nunca, a Marinha precisa batalhar para manter e melhorar sua Aviação Naval, apesar das dificuldades orçamentárias e de algumas opiniões contrárias, discutíveis ou equivocadas.

## IMPORTÂNCIA NA DEFESA NACIONAL

**Para uma defesa eficaz,  
nenhuma das componentes  
navais – a força de  
superfície, a submarina,  
a aviação embarcada (e  
aquela baseada em terra)  
e o Corpo de Fuzileiros  
Navais – poderá cumprir as  
missões de defesa sozinha  
ou isoladamente**

As condições geográficas das vastas extensões marítimas diante de nossa longa costa mostram que as missões de defesa devem focar, primordialmente, a negação do uso do mar ao inimigo e o seu acesso ao nosso território. Estas serão apoiadas no futuro pelo Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz). Mas são necessários os

meios de superfície, submarinos e aéreos para a consecução das missões de defesa, socorro marítimo e garantia da livre navegação, a partir dos dados obtidos deste sistema de informação e vigilância.

As missões atribuíveis à Marinha do Brasil, na faixa costeira de soberania nacional, zona econômica exclusiva, plataforma continental e áreas marítimas de responsabilidade do País no âmbito da International Maritime Organization (IMO), que devem poder ser realizadas de

forma realista e eficaz, são as seguintes: 1. Socorro e Salvamento; 2. Patrulhamento contra o Tráfico de Drogas, Contrabando e Afins; 3. Proteção à Navegação Comercial; 4. Bloqueio a Ações Inimigas nessa Área (AA: Area Access) e 5. Bloqueio do Acesso ao Território Nacional (AD: Area Denial).

Para uma defesa eficaz, nenhuma das componentes navais – a força de superfície, a submarina, a aviação embarcada (e aquela baseada em terra) e o Corpo de Fuzileiros Navais – poderá cumprir as missões de defesa sozinha ou isoladamente. Elas são complementares. Mas, no presente estudo, vamos restringir-nos ao escopo dos navios-aeródromos e sua aviação embarcada de asa fixa, porém sem deixar de fazer referências oportunas às demais componentes navais.

Militarmente, o navio-aeródromo é considerado uma arma ofensiva. Pode também prover cobertura aérea em zonas de conflito onde não é possível estabelecer ou utilizar um aeródromo de apoio em terra ou sobrevoar territórios vizinhos ao território-alvo, a partir de outras bases mais distantes.

Então, partimos da premissa que a característica ofensiva no NAe é, também, um elemento de defesa. À parte a inegável eficácia de submarinos em missões de bloqueio naval, a aviação embarcada de asa fixa pode fazê-lo igualmente, mas com a vantagem de se deslocar mais rapidamente e a distâncias bem maiores, varrendo grandes áreas marítimas num intervalo de tempo relativamente pequeno, mas com menor letalidade e maior possibilidade de ser detectada. Numa escala menor, a asa rotativa também mostra grande eficácia neste tipo de missão, também a partir de navios menores.

Os Estados Unidos da América (EUA) são, e sempre foram, os maiores operadores de navios-aeródromos. Pois bem, lá mesmo, atualmente, há grandes discussões

entre especialistas em defesa, políticos (Congresso) e oficiais da USN sobre os prós e contras desses pesados meios navais. Eles tornaram-se imensos, absurdamente caros e, pior, de eficácia questionável diante dos novos cenários possíveis em conflitos de maior envergadura (Ref. 8 e 15). Atualmente as aeronaves disponíveis para levar sensores de proteção e informação eletrônica do NAe e mísseis e bombas até os alvos, os custos e os riscos das missões aéreas não são mais facilmente justificáveis quando comparados aos custos menores e à grande precisão dos mísseis de cruzeiro e drones que podem executar muitas dessas missões.

Além disso, não podemos esquecer da exposição ao risco dos NAes a ataques de mísseis, bombas inteligentes e torpedos. Não é preciso afundar o porta-aviões para inutilizá-lo, basta bombardear e avariar o convão para torná-lo inoperante, obrigando-o a retornar ao estaleiro para docagem e reparos por meses. A importância militar de um NAe exige cautela com sua exposição ao risco numa zona de conflito. Mas, diante da necessidade de preservá-lo, teria o seu Grupamento Aéreo Embarcado (GAE) a autonomia e a capacidade militar necessárias para atingir a zona-alvo em condições ideais e realizar suas missões?

Fala-se muito do custo inicial de obtenção, quando, na realidade, o custo de ciclo de vida é muito maior e mais importante. Este inclui, além do custo inicial de obtenção, custos operacionais, manutenção e modernização e descarte, não só do NAe, mas inclusive dos navios e submarinos indispensáveis para escoltá-lo em áreas de grande ameaça.

Como se usa dizer na Marinha, “quem tem um, tem nenhum”. Ter apenas um único navio-aeródromo significa tê-lo operacional em apenas dois terços do tempo. Como exemplo do que queremos dizer, a USN considera para seus CVNs ciclos

típicos e sucessivos de 32 meses, que compreendem as viagens e os diversos períodos de reparos, manutenção, modernização e treinamento. Com um apoio industrial moderno e eficiente na retaguarda, como é o caso nos EUA, os CVNs apresentam uma disponibilidade média da ordem de 76% (Ref. 14) durante estes ciclos de 32 meses.

Porém esta disponibilidade de 76% não é irrestrita e é subdividida em vários níveis da seguinte maneira: 19% ou seis meses em missão; 46% do tempo ou 15 meses na base, mas capaz de suspender dentro de 30 dias; e outros 11% ou quatro meses em condições de suspender em até 90 dias. No saldo de 24% do ciclo, ou por cerca de sete meses, o navio fica em manutenção atracado na base ou docado e indisponível para o setor operativo. Portanto, para se ter um NAe disponível a qualquer tempo, é preciso ter no mínimo duas unidades. Num dado momento e para uma situação inesperada, seria apenas um único navio deste tipo suficiente para a consecução das missões exigidas?

O autor reitera que não é contra um navio-aeródromo novo, mas procura colocar o assunto em discussão, dada sua importância operacional e de custos. Sem dúvida, a superioridade aérea é muito importante numa zona de conflito marítima, mas existem outras opções para áreas distantes da nossa costa e bases. Por exemplo, hoje um navio que opere aeronaves STOVL e helicópteros pode desempenhar perfeitamente missões de escolta, defesa, vigilância e *Anti-Submarine Warfare* (ASW). Deve-se cogitar de navios menos caros e complexos, que se pode obter em maior número.

A USN, sob o comando do Chief of Naval Operations (CNO) Almirante Elmo Zumwalt, (Ref. 13) durante a década de 1970, estudou a introdução do Sea Control Ship (SCS) com 13.700 tons Full-Load, que seria um navio pequeno com operação STOVL, de muito menor custo que um NAe de grande porte, e que seria possível obter em maior número. Seriam empregados em missões ASW e proteção de comboios para a eventualidade de uma guerra convencional na Europa contra a União das Repúblicas Soviéticas Socialistas (URSS).

Outros tipos, como o VSTOL Support Ship (VSS) com 29.100 tons Full-Load, além do CVV (Ref. 6) do tipo Catobar, com deslocamento de 59.800 tons Full-Load, foram estudados e avaliados pela US Navy e pelo Government Accountability Office (GAO), mas finalmente a doutrina pendeu para o lado dos Super Carriers (Ref. 13), saindo vitorioso o *lobby* do Almirante Rickover no Congresso, com a continuação da classe *Nimitz*.

**Ter apenas um navio-aeródromo significa tê-lo operacional em apenas dois terços do tempo. Para se ter um NAe disponível a qualquer tempo, é preciso ter no mínimo duas unidades**

Atualmente uma aeronave como o Joint Strike Fighter F-35B (STOVL) poderia ser a solução para missões Anti-Access/Area Denial (AA/AD), embarcando-se um menor número num dado navio de operação STOVL, sendo bem mais evoluído do que o *Sea Harrier*. Possivelmente, a redução no custo do navio em si poderia justificar o investimento nesta aeronave sofisticada e de custo elevado. Seu custo de obtenção hoje anda na casa dos US\$ 106 a 139 milhões por unidade – informação do Congressional Research Service, Washington. Em contrapartida, um F18 G/H Super Hornet está em torno de US\$ 65 milhões. Como

os custos de obtenção do GAE são muito relevantes em relação ao do próprio navio, é preciso avaliar bem a relação de custos entre navio *versus* GAE e sob observância dos Requisitos de Estado-Maior (REM).

Embora estejamos falando da asa fixa embarcada, não podemos nos abster das aeronaves baseadas em terra no território nacional. Elas também podem e devem ser empregadas na defesa do País, mas seu alcance operacional a partir da costa limita seu raio de ação diante das enormes distâncias marítimas da zona pretendida para missões AA/AD. As bases em terra abrigariam outros tipos de aeronaves de caça e ataque, aeronaves de vigilância + ASW, aeronaves de reabastecimento em voo (Revo) e helicópteros.

Devemos considerar, ainda, o requisito da eficiência operacional militar, em que as armas devem ser empregadas de forma integrada, pertencer a uma mesma força singular e operar sob um

comando único. Por exemplo, na opinião do autor, a operação das aeronaves P-3 Orion pela FAB não é uma decisão acertada. Quem vigia e combate no mar é a Marinha, e a missão da FAB é fiscalizar o espaço aéreo brasileiro. Nos países adiantados, é assim que funciona.

Como exemplo histórico e sem entrar no mérito político-doutrinário da questão (Ref. 3), o autor cita uma passagem no livro de memórias do Almirante Dönitz, a respeito de suas divergências notórias com o Marechal Göring, o chefe da Luftwaffe. A Kriegsmarine precisava do apoio de reconhecimento aéreo de longo alcance para aumentar a eficiência das operações dos submarinos, pois estes perdiam tempo

demais à procura dos comboios aliados. Mas as divergências entre os dois chefes privavam a Kriegsmarine da importante vigilância aérea, acabando por prejudicar o conjunto.

Finalizando, se a nossa pretensão por um futuro NAe do tipo Catobar se mostrar financeiramente injustificável ou inconveniente, a importância da asa fixa e rotativa embarcadas continua tendo alta relevância no controle de áreas marítimas e, portanto, na defesa da livre navegação. A alternativa brasileira poderia ser os porta-helicópteros ou navios-aeródromos operando no regime STOVL.

Atualmente, somente a Inglaterra está construindo dois porta-aviões novos de 65.000 tons, mas com o sistema STOVL,

e a Itália o seu *Cavour* de 27.000 tons também para operações STOVL. Essas duas Marinhas contam com o futuro F-35B. Mas as Marinhas da Índia e da China estão fortemente empenhadas em desenvolver sua

componente de asa fixa embarcada em regime operacional Catobar. O objetivo não é declaradamente de atacar ou conquistar terras alheias, mas criar uma força de defesa marítima de longo alcance, parecendo contar com recursos para enfrentar os elevadíssimos custos necessários. A briga é pela hegemonia das rotas marítimas, áreas de pesca e de recursos naturais *offshore*, como gás e petróleo, Oceano Índico e Sudeste Asiático.

## MODOS DE OBTENÇÃO

Nos dias atuais, não existem disponíveis navios num estado minimamente aceitável para alguma compra de oportunidade. No caso da USN, que praticamente seria a única

**Embora estejamos falando da asa fixa embarcada, não podemos nos abster das aeronaves baseadas em terra**

fonte de obtenção possível, o último porta-aviões convencional a dar baixa foi o CV-63 *Kitty Hawk*, em 2009, e que foi incorporado em 1961. Outro exemplo seria o do CV-67 *John Kennedy*, incorporado em 1968 e com baixa em 2007. Além disso, ambos com quase 50 anos de vida, grandes demais para as nossas demandas e cujas reformas seriam proibitivas. Então, esta opção cai totalmente por terra. Outra poderia ser a compra de um navio da classe *Invincible*, mas já são navios com 25 a 35 anos de idade. Então teriam que ser reformados num estaleiro inglês, com material inglês e preços ingleses. Velhos, obsoletos e caros.

Obviamente, também se constituem numa opção indesejável.

Diante do quadro atual, a melhor e a mais realista opção da Marinha do Brasil seria obter um navio-aeródromo novo, qualquer que seja o tipo de operação, Catobar ou STOVL. As opções seriam: a) comprar um navio de um estaleiro

experiente segundo projetos correntes em oferta; b) elaborar um projeto no Brasil com a ajuda de um estaleiro experiente e contratá-lo para construir o navio primeiro da classe em seu país de origem ou, alternativamente, no Brasil; c) elaborar um projeto nacional, com ou sem ajuda, para desenvolver conhecimento, recaindo-se na opção b) anterior. Em princípio, o leque de opções seria estreito: Estados Unidos, Inglaterra ou França, nesta ordem. Num segundo plano, Itália e Espanha.

A opção a) seria a pior delas, pois desde o início certamente não corresponderia aos nossos REM e demandas e impossibilitando, inclusive, o desenvolvimento dos planos de

manutenções e de apoio logístico integrado. Não devemos esquecer que, antes de qualquer estudo de exequibilidade e concepção, é fundamental prever o tipo de operação aérea que se deseja ou precisa, consequentemente as aeronaves a serem operadas e suas quantidades. Sem esta premissa, nenhum estudo pode ser iniciado. Donde um projeto comercial preexistente em oferta quase que certamente teria que sofrer muitas “adaptações”. Também desinteressante.

### NECESSIDADE BÁSICA – UM PROJETO DE CONCEPÇÃO

**É fundamental prever o tipo de operação aérea que se deseja ou precisa, consequentemente as aeronaves a serem operadas e suas quantidades. Sem esta premissa, nenhum estudo pode ser iniciado**

Qualquer que seja o modo de obtenção possível ou desejável, dadas as circunstâncias e a nossa realidade, a Marinha do Brasil, na condição de cliente, deve ser a autoridade de projeto (Ref. 5, pp. 318/396). A autoridade de projeto é a organização que possui a competência profissional e a autoridade para

especificar requisitos, realizar tarefas de projeto, aplicar gerência de configuração a projetos e documentações associadas e, ao mesmo tempo, monitorar a eficácia dessas atividades para um dado estado do material.

Tanto na elaboração de um projeto completo ou apenas no desenvolvimento de um estudo avançado, o cliente (no caso a MB) deve ser bem esclarecido, sabendo avaliar corretamente o que é ofertado ou desenvolvido pelos estaleiros estrangeiros contratados, principalmente no caso de itens que não sejam do nosso domínio. Mesmo não tendo a experiência no projeto e na construção de navios-aeródromos, um mínimo de estudos esclarecedores nacio-

nais deve ser desenvolvido em estudos de exequibilidade e concepção. Com recursos próprios, com ajuda ou não, esta providência será importante para virmos a ser um cliente crítico e exigente, angariando o devido respeito do contratado.

Acreditamos que não poderemos prescindir da ajuda estrangeira, mas é fundamental que participemos do projeto completo e da construção do novo meio naval, desde a fase de estudos de exequibilidade até o final, com a incorporação do meio. Não fazê-lo seria renunciar à obtenção de conhecimento e experiência. No processo de obtenção de qualquer novo meio naval, deve-se almejar concomitantemente o desenvolvimento do conhecimento, da engenharia e da experiência nacionais, com a finalidade de buscar a autonomia em projetos e construções navais. Os requisitos e os interesses nacionais precisam ser preservados, e isto só se consegue se os fornecedores estiverem plenamente conscientes de que

**Accreditamos que não poderemos prescindir da ajuda estrangeira, mas é fundamental que participemos do projeto completo e da construção do novo meio naval, desde a fase de estudos de exequibilidade até o final, com a incorporação do meio**

estão lidando com um cliente bem preparado e ser condição *sine qua non* prestar um serviço correto e cumprir os contratos.

### CONDICIONANTES PRINCIPAIS NA CONCEPÇÃO DO NAE

O primeiro passo na concepção de um novo navio-aeródromo é a escolha dos tipos de aeronaves e a definição das quantidades a serem embarcadas e operadas (Ref. 1) em função dos REM, portanto optar pelo tipo de operação (Catobar ou STOVL), o número

de elevadores e, no caso Catobar, a escolha das catapultas, o aparelho de parada e o comprimento da pista de pouso. Segundo, dimensionar o hangar e, terceiro, dimensionar o casco e escolher o conceito de propulsão.

A partir dos requisitos básicos acima, devem-se fazer as primeiras considerações de arquitetura naval para um NAE, iniciando pelo projeto do convoo e do hangar. Seguindo a tradição da RN (Royal Navy), 100% do GAE deve ser abrigado no hangar. Os critérios da USN preveem abrigo para 40% do GAE, considerando que o nível de manutenção leva em conta eventuais trocas de turbinas.

Dimensionados o convoo e o hangar, estudam-se as dimensões do casco, com o intuito de satisfazer aos requisitos quanto à autonomia, ao raio de ação, à sustentabilidade, à velocidade e a outros aspectos de arquitetura naval. Além das condicionantes principais, destacam-se requisitos básicos de projeto para conseguir-se plena capacidade de combate de um navio de guerra, indispensáveis para um navio-aeródromo. Eles

se encontram no Apêndice 1.

### CUSTOS DE OBTENÇÃO E DE CICLO DE VIDA

Como dito acima, nossa única opção sensata seria a construção e obtenção de um navio novo. Mas como os países que detêm esta tecnologia e operam porta-aviões são muito parcimoniosos com informações sobre custos de construção, podemos ter a certeza que tenderemos a ser submetidos a custos superfaturados, pois, mesmo para

um estaleiro experiente, o nível de incerteza é alto devido à escassez de demanda por tal tipo de meio naval.

Exceto os EUA, os demais países são absolutamente herméticos quanto à divulgação de informações. Entretanto, nos EUA existe uma figura jurídica chamada Freedom of Information Agreement (Foia), que provê o cidadão contribuinte com um mínimo de transparência. O autor obteve na internet valores sobre custos de obtenção e manutenção de porta-aviões da USN por meio dos registros do GAO, órgão do Congresso dos Estados Unidos (Ref. 7), com base no US\$ do FY-1997 (Ref. 7), que foram reajustados pelo autor com base na inflação americana no período 1997-2014, de aproximadamente 47,0%.

### ***Custos atualizados de obtenção e ciclo de vida do CV-67 John Kennedy***

O referido trabalho do GAO tinha por objetivo comparar os custos de obtenção e manutenção de navios-aeródromos nucleares e convencionais, utilizando para tal as classes nuclear CVN-68 *Nimitz* e convencional CV-67 *John Kennedy*, devido à similaridade de tamanho dos navios e GAEs entre as duas.

Os custos obtidos foram atualizados pela inflação americana no período de 1997 a 2015. Para custos como Research & Development, soldos e treinamento, podemos considerar a inflação como bom indicador. Porém, para custos industriais, ou seja, obtenção, manutenção e modernização, inclusive salários de operários especializados, o aumento de custo real foi acima da inflação (Ref. 10),

como veremos adiante. Finalmente, os custos de combustíveis dependem essencialmente das condições de mercado, e os atualizados foram obtidos na internet neste ano de 2015.

**TABELA Nº 01: VALORES ATUALIZADOS DO CV-67 PARA 2015 RATEADOS SOBRE 50 ANOS**

Cost Category in US\$ Milhões: base FY-2015	CV-67 <i>John Kennedy</i>
Investment Cost	
Research & Development	621,00
Ship Acquisition Cost	3.013,50
Midlife Modernization Cost	1.273,02
Direct Operating and Support Costs	
Personnel Ship – Crew: 2.796 (cost over 50 years)	6.815,00
Depot Maintenance (1)	6.071,10
Other (2)	1.371,51
Fossil Fuel (US\$ 44,14/barrel)	1.103,50
Indirect Operating and Support Costs	
Training	236,67
Fuel Delivery Cost (\$27,57/bbl)	689,25
Other (3)	85,26
Total Investment Cost	4.907,70
Total Direct Operating and Support Cost	15.361,11
Total Indirect Operating and Support Cost	1.011,18
Disposal	77,91
Life Cycle Cost – Ship Only	21.357,90
Average / Year (50 Years)	427,16
Air Wing – 80 Aircraft	4.250,000
Spares	1.080,000
Personnel Air Wing: 2.156 (cost over 50 years)	5.923,488
Training	205,699
Fuel JP-5	1.438,200
Delivery Cost	240,358
Life Cycle Cost – Air Wing Only	13.137,745
Avg/Year (50 Years)	262,755

(1) Depot Maintenance: Includes routine maintenance, repairs and ship modernization work but not the cost of midlife modernization;

(2) Other (2): Includes a number of direct unit cost categories such as spares, supplies, intermediate maintenance;

(3) Other (3): Includes a number of indirect support cost categories such as publications, ammunition handling and technical services;

Custo Marine Gas Oil (MGO) base MAR/2015: US\$ 705,00/mt – 7,46 barrels/ton ou US\$ 94,5/barrel. Custo de NSFO (Navy Special Fuel Oil) N<sup>o</sup> 5 ou N<sup>o</sup> 6 em MAR/2015: US\$ 294,00/mt – 6,66 barrels/mt ou US\$ 44,14/barrel. Custo do combustível de aviação a turbina JP-5 base FY-2014: US\$ 152,88/bbl.

Total de combustível fornecido ao CV-67 em 50 anos: 25 milhões de *barrels*, a um custo operacional de US\$ 18,77 (FY-1997) – US\$ 18,77 x 1,47 = US\$ 27,57 (custo de manuseio e transporte) + US\$ 44,14 (custo de mercado) = US\$ 71,71/barrel (total em MAR/2015). Relação peso/volume: JP-5: 1 MT = 7,93 bbl, MGO: 1 MT = 7,46 bbl e NSFO: 1 MT = 6,66 bbl. NAe 65000/52000/45000 (vide parágrafo seguinte): 90 dias mar/ano x 50 = 4.500 dias de mar. Para os três tamanhos de NAes em estudo, arbitraremos cerca de 90 dias de mar/ano para efeito de estudo de custo. Igualmente arbitraremos um consumo do MGO médio em regime de baixa intensidade.

Os resultados da Tabela N<sup>o</sup> 01 acima devem ser encarados com alguma desconfiança, pois foram reajustados meramente pela inflação dos EUA no período de 1997 a 2015. Não é possível acreditar que o Investment Cost atualizado do CV-67 *John Kennedy*, corrigido pela inflação americana, chegue em 2015 a “apenas” US\$ 4.908 milhões. Portanto, o mero ajuste dos custos de obtenção pela inflação americana de 47% no período considerado não nos parece realista.

O quesito Depot Maintenance (vide Apêndice 2) representa uma parcela apreciável do custo de ciclo de vida do navio. Acima mostramos os ciclos e a disponibilidade atual de um CVN segundo Ref. 14. Porém estes ciclos são diferentes para um navio-aeródromo convencional. No trabalho da Ref. 7, o quesito Notional Depot Maintenance Cycle menciona Ope-

rational Intervals de 18 meses incluindo as missões, ou *deployments*, cerca de seis meses (variável) e 12 meses (tempo restante) na base pronto para suspender em 30 dias, seguidos de SRA – Selected Restricted Availability de três meses. Após períodos cíclicos de 60 meses ((3 x 18 meses) + (2 x 3 meses)), tem-se um COH – Complex Overhaul de 12 meses de duração. O custo de Depot Maintenance não inclui o Midlife Modernization, que é incluído no Investment Cost.

O Midlife Modernization ocorre geralmente após 25 anos de serviço (meia-vida) e tem uma duração de aproximadamente 30 meses, chamado de SLEP – Service Life Extension Program. Considerando uma vida útil de 600 meses (50 anos), subtraindo-se os 30 meses do SLEP e dividindo-se o saldo por períodos de 72 meses (3 x 18 meses – Operational Intervals, 2 x 3 meses SRA, 1 x 12 meses COH), teremos ao longo da vida útil: 8 x COH, 16 x SRA e 24 x Operating Intervals, onde esses Operating Intervals são divididos entre tempo em viagem e estadia na base, mas em prontidão de 30 dias. Resumindo, temos a seguinte distribuição do ciclo de vida: 72% Operating Intervals, 15% COH, 8% SRA, estes dois últimos respondendo com 23% pelo quesito Depot Maintenance e, finalmente, 5% para o Midlife Modernization. Nos períodos de Complex Over Haul e Midlife Modernization, ou seja, 20% do total de ciclo de vida, o navio fica rigorosamente indisponível para o setor operativo.

### ***Custo de obtenção dos NAe 65000/52000/45000 pelo método da literatura MNVDET***

Inicialmente, o autor estudou três opções de navios-aeródromos no regime Catobar, denominados de NAe 45000/52000/65000, em alusão aos seus deslocamentos máxi-

mos em toneladas, como possíveis opções para suceder ao A-12 *São Paulo*. Fizemos o cálculo dos custos de obtenção destes três navios-aeródromos pelo trabalho MNVDET-CV (Ref. 10). Este trabalho indica, para este período, uma subida de

custos reais para M.O. + material, em torno de 78,8% de 1980 a 1997 e 65,7% de 1997 a 2015, contemplando o aumento real de custos relativos a mão de obra e material, superiores à inflação americana no período considerado.

Primeiramente calculamos os custos do NAe 65000, elaborado pelo autor, resumidamente:  
 SWBS-100 a SWBS-700 totalizam: US\$ 5.043 milhões  
 SWBS-800 Shipyard Technical Support e SWBS-900 Shipyard Support Services: US\$ 3.228 milhões

TSCC – Total Ship Construction Cost (SWBS100 A SWBS900): US\$ 8.271 milhões  
 PROFIT: TSCC x 0,15: US\$ 1.241 milhões  
 SHIP PRICE: US\$ 9.512 milhões  
 CHANGES SHIP PRICE x 0,12: US\$ 1.142 milhões

TSC – Total Shipbuilder Costs: US\$ 10.654 milhões  
 Custos Governamentais – percentagens por *default* do Ship Price:  
 I) OTHER SUPPORT COSTS – 2% x US\$ 9.512: US\$ 190 milhões  
 II) PROGR. MANAG. GROWTH COST – 10% x US\$ 9.512: US\$ 951 milhões  
 III) OUTFITTING COSTS – 4% x US\$ 9.512: US\$ 380 milhões

TGC – Total Government Costs: US\$ 1.521 milhões  
 TOTAL END COST (TSC + TGC): US\$ 12.175 milhões  
 POST-DELIVERY AVAILABILITY COST – 5% x US\$ 9.512: US\$ 476 milhões

TSAC – Total Ship Acquisition Cost: US\$ 12.651 milhões

Analogamente, teremos os seguintes custos Total Ship Acquisition Cost para os outros dois NAes:

NAe 52000: TSAC = US\$ 11.220,480 milhões

NAe 45000: TSAC = US\$ 10.112,177 milhões

Estes custos finais de obtenção dos navios não incluem os custos com a aviação embarcada.

***Custos de obtenção e ciclo de vida estimados dos três navios-aeródromos catobar estudados***

Finalizando, montamos uma tabela final para os NAe 65000/52000/45000 com os valores obtidos na Ref. 10 para

custos de obtenção e do Government Accountability Office para os custos de ciclo de vida baseados no CBV-67 *John Kennedy*, para os valores do FY-1997 da USN relativos a treinamento, combustível, manutenção e pagamentos do pessoal.

**TABELA Nº 02 – CUSTOS DE CICLO DE VIDA**

Categoria de Custos US\$ milhões (FY-2015)	NAe 65000	NAe 52000	NAe 45000
Projeto	360,00	360,00	360,00
Custo de Obtenção	12.651,00	11.220,50	10.112,20
Modernização Meia-Vida	1.149,69	930,72	775,17
Pessoal Navio (50 anos)	3.550,58	3.550,58	3.550,58
Manutenção de Base (1)	5.482,95	4.438,64	3.696,81
Outros (2)	1.238,64	1.002,72	835,14
Combustível (MGO) US\$ 94,50/bbl (3)	669,37 7.083.270 bbl/50 anos	609,10 6.445.440 bbl/50 anos	573,73 6.071.170 bbl/50 anos
Treinamento do Pessoal	124,02	124,02	124,02
Custo Entrega Combust.	6,54	8,08	8,80
Outros (4)	77,01	77,01	77,01
Sucateamento	87,98	87,98	87,98
Total Obtenção:	14.160,69	12.511,22	11.247,37
Total Custos Diretos	10.941,54	9.601,04	8.656,26
Total Custos Indiretos	295,55	297,09	297,81
Life Cycle Cost (Navio)	25.397,78	22.409,35	20.201,44
Média Anual LCC	507,96	448,19	404,03
Média Anual Operação + Treinamento + Manuten.	247,74	216,58	194,59
Air Wing	2.297,297	1.837,838	1.608,108
Spares	689,189	551,351	482,432
Personnel Air Wing	2.185,457	1.912,201	1.638,946
Training	76,335	66,791	57,246
Fuel JP-5	120,105	159,548	179,492
Delivery Cost	20,072	26,664	29,997
Air Wing LCC	5.388,46	4.554,40	3.996,22
Média Anual Air W LCC	107,77	91,10	79,92
Média Anual Ops + Ma- nut + Trein. Air Wing	61,83	54,33	47,76
Média Anual Total de Ops Navio + GAE	309,57	270,91	242,35

(1) Depot Maintenance: SRA (Selected Restricted Availability) 16 x em 50 anos, COH (Complex Overhaul) 8 x em 50 anos;

(2) Peças de reposição, material em geral, manutenção intermediária;

(3) Considerados 90 dias de mar/ano sobre 50 anos em regime de baixa intensidade;

(4) Fainas de munição e serviços técnicos;

### ***Custos de navios-aeródromos operando no regime STOVL***

Em julho de 2008 foi assinado o contrato de construção dos dois CVFs ingleses, com um valor contratual de £ 3,5 bilhões ou US\$ 5,5 bilhões para cada navio e ao câmbio da época. Atualmente este custo já ultrapassou a barreira dos US\$ 6 bilhões e, ainda assim, não se explica exatamente a sua natureza (dado relativo ao CVF obtido no *site* [www.queenelizabethcruises.net](http://www.queenelizabethcruises.net)). Provavelmente é o mero custo de construção no estaleiro, comparável ao custo TSCC = US\$ 8.271 milhões calculado logo acima para o NAe 65000.

Precisamos, ainda, considerar realisticamente os custos de obtenção e manutenção de outros NAe com operação tipo STOVL. O *Cavour* custou € 1,5 bilhão em 2008 (<http://digilander.libero.it>). Utilizando o cálculo de atualização de custos do trabalho MNVDET-CV (+18% em sete anos) e o câmbio da época (1€ = US\$1,46 em 2008), hoje chegamos a um valor atualizado igual a US\$ 2.584 milhões. Este navio tem um comprimento total Length Over All (LOA) = 244,00 m e deslocamento máximo 27.500 tons. Embarca normalmente oito Harriers e 12 SH-3 Sea King, podendo abrigar até 30 aeronaves no total.

Aplicando-se o mesmo cálculo ao *Invincible*, que custou £ 185 milhões em 1980 (1£ = US\$ 2,44), chegamos a um valor atualizado igual a US\$ 1.337 milhões. Este é um navio com LOA = 200,00 m e deslocamento máximo de 22.000 tons. Embarcava 12 Harriers e dez SH-3 Sea King. O mesmo cálculo aplicado ao *Ark Royal*, incorporado em 1985 por £ 333 milhões, indica um custo de obtenção atualizado de aproximadamente US\$ 1.761 milhões em 2015.

### **COMPARAÇÃO DO CUSTO DE OBTENÇÃO DE UM NAE CATOBAR COM OUTROS TIPOS DE MEIOS NAVAIS**

Neste trabalho estamos estudando navios-aeródromos, mas a Marinha do Brasil precisa pensar em defesa de forma global e integrada. Há muitas pautas que demandam verbas. Como o orçamento é limitado demais, somos forçados a pensar e especular o que seria possível fazer, alternativamente, com o mesmo volume de dinheiro necessário à obtenção e manutenção de um único NAe tipo Catobar.

Manter a asa fixa embarcada nos levaria certamente a considerar a alternativa de obter-se um navio do tipo e tamanho do *Cavour*. Mesmo o preço elevado dos JSF F-35B, embarcados em um esquadrão de 12 aeronaves, poderia ser compensador diante da redução no custo de obtenção do navio propriamente dito. Grosso modo, o custo de obtenção de um único NAe 45000 equivaleria ao de quatro navios do tipo *Cavour*, sem computar os respectivos GAes.

Se considerássemos um escolta como aquele proposto pelo autor no trabalho publicado na *RMB* 1<sup>o</sup>/2015, o custo de um NAe 45000 equivaleria a oito, ou mesmo mais, escoltas. Um submarino convencional da TKMS tipo U-214 custa cerca de € 500 milhões ou aproximadamente US\$ 600 milhões. Donde um NAe 45000 equivaleria a cerca de 16 submarinos. A incerteza é aflitiva, pois não há como dizer qual é a arma mais importante: todas as componentes navais são importantes – aérea, de superfície, submarina e anfíbia. Essas decisões dependem de estudos estratégicos para a definição da política externa do País para três décadas à frente ou mais. Mas, em tempos de penúria, há que se fazer escolhas para montar um poder dissuasório mínima-

mente crível. E não esqueçamos que operar um porta-aviões significa ter também, obrigatoriamente, navios de escolta de superfície, suprimento e submarinos – donde mais custos.

## **OPÇÕES REALISTAS DE AERONAVES**

Com a definição do programa FX-2 em favor do SAAB Grippen NG, espera-se que haja uma solução técnica satisfatória para uma versão naval do Grippen como, aliás, já foi anunciado pela SAAB. Isto seria muito conveniente do ponto de vista industrial, de logística, da escala de produção e de custos. Mas, no presente momento, a realidade é a disponibilidade de três opções de aeronaves de combate para lançamento catapultado: F-18 Super Hornet, Rafale Naval e o MIG-29. Num futuro próximo, teremos o Joint Strike Fighter F-35 nas versões “B” STOVL e “C” Catobar.

Para missões de Airborne Early Warning (AEW), Reabastecimento em Voo (Revo) ou Carrier Onboard Delivery (COD), temos atualmente as versões Grumman AEW E-2C/E-2D e o COD Greyhound. Para Revo, utilizam-se tanques externos dedicados para aeronaves de combate, nesta função chamados de *nannies* (babás).

Finalmente, para missões Anti Submarine Warfare (ASW), transporte e outras, temos uma série de helicópteros, mas nos deteremos apenas nos modelos utilizados pela MB, a saber: Esquilo, Eurocopter EC-725, Sikorsky 70B (MH-16) e Super Lynx ou AW-159 Wild Cat. Sejam quais forem os requisitos de missões e as aeronaves escolhidas, seria uma questão de pura lógica prover uma capacidade e flexibilidade de poder operar qualquer aeronave de asa fixa existente na atuali-

dade, pois o porte pode variar desde 16 tons, no caso do futuro Grippen Naval, até 25 tons do F-18 Super Hornet ou 30 tons do E-2C/D.

Para os navios-aeródromos tipo STOVL, as missões AEW, vigilância, reconhecimento, enlace de dados, guiagem de mísseis etc. podem ser muito bem desempenhadas por drones. No nosso caso aqui estudado, propomos o modelo MQ-8C da Northrop-Grumman, baseado na célula do helicóptero Bell 407, com 12 horas de autonomia e quase 500 kg de carga útil, capaz de embarcar sensores de alta capacidade. Em número maior, pode-se dispor de pelo menos um aparelho no ar durante as 24 horas do dia. Um drone pairando a 4.000 m (teto operacional aprox. 5.000 m) na vertical do navio estende sua Line of Sight (LOS) para cerca de 150 n.m.

## **ESTUDO DE EXEQUIBILIDADE E COMPARATIVO DE TRÊS TAMANHOS DIFERENTES DE NAVIOS-AERÓDROMOS OPERANDO PELO REGIME CATOBAR**

### *Vários tipos de navios de referência – dimensões e coeficientes*

Inicialmente o autor compara os dados obtidos para as suas três opções, NAe 65000, NAe 52000 e NAe 45000, com dados da literatura, resumidos na tabela abaixo. Nas duas tabelas subsequentes (N<sup>os</sup> 04 e 05) são comparados dados relativos a navios reais que foram construídos e um estudo da USN denominado CVV-1976 (Ref. 6). O autor realizou um rápido estudo sobre a opção de um NAe tipo STOVL, mas, para facilitar, utilizamos como exemplo o *Cavour*, da Marinha Italiana.

**TABELA Nº 03: COMPARAÇÃO ENTRE AS TRÊS OPÇÕES NAe CATOVAR  
ELABORADAS PELO AUTOR NESTE ESTUDO**

CLASSE	NAe 65.000	NAe 52.000	NAe 45.000
LOA (m)	292,00	275,00	268,00
LWL (m)	274,50	253,00	248,00
BWL (m)	36,60	36,00	34,50
B Flight Deck	68,00	66,00	64,00
T (m)	10,50	9,70	8,60
Borda Livre (m)	17,50	17,70	17,50
Altura Hangar-LWL (m)	7,00	7,20	7,00
Tirante Hangar (m)	6,30	6,30	6,30
Altura Gallery Deck (m)	4,20	4,20	4,20
Altura Quilha-Hangar (m)	17,50	16,90	15,60
Conveses Abaixo Hangar	5 x 3,10	5 x 3,00	4 x 3,10
Alt. Quilha-1º Convés (m)	2,00	1,90	3,20
Área Convôo (m2)	16.518	15.902	15.800
Área Hangar (m2)	4.680/ 180 x 26	4.000/160 x 25	3.840/160 x 24
Nº de Catapultas	02	02	02
Nº de Elevadores (BE)	02	02	02
Fn	0,277	0,289	0,292
Cb	0,60	0,58	0,58
B/D1	2,09	2,13	2,21
B/D2	1,31	1,31	1,32
L/B	7,50	7,03	7,20
B/T	3,49	3,71	4,01
Desloc. (m3)	63.294	51.242	42.677
Desloc. (Tons)	64.877	52.523	43.744
D1 (m)	17,50	16,90	15,60
D2 (m)	28,00	27,40	26,10

D1 – Altura da quilha ao piso do hangar

D2 – Altura da quilha ao convoo

TABELA Nº 04: COMPARAÇÃO COM DIVERSOS TIPOS DE NAVIOS-AERÓDROMOS (A)

CLASSE	CVV-USN / 77	<i>C. de Gaulle</i>	<i>Nimitz</i> CVN-68	<i>Kennedy</i> CV-67	CVF-UK
LOA	276,30	261,50	326,00	320,60	284,00
LWL	260,60	240,00	317,00	302,00	263,00
BWL	38,20	31,50	40,80	39,60	39,00
B FlightDeck	76,80	64,00	77,00	76,90	73,00
T	10,50	8,50	11,30	10,90	11,00
Fn	0,305	0,297	0,277	0,312	0,253
Cb	0,57	0,65	0,61	0,62	0,61
B/D1	2,18	n.d.	2,17	2,11	2,22
B/D2	1,44	n.d.	1,32	1,28	1,30
L/B	6,82	7,90	7,77	7,63	6,41
B/T	3,64	3,71	3,61	3,63	3,55
Desloc. (m3)	58.341	40.976	89.170	80.976	63.415
Desloc. (tons)	59.800	42.000	91.400	83.000 / 60.730	65.000
D1	17,50	n.d.	18,80	(*) 18,80	18,00
D2	26,50	n.d.	30,90	(*) 30,90	30,00
Incorp. 1ª Cl.	Proj. cancelado	2001	1975	1968	Em finalização
Custo Obtenção		US\$ 3,7 bi – 03	US\$ 4,06 bi /97	US\$ 2,05 bi /97	£ 3,7 bilhões
Custo Ops/Ano		n.d.	US\$ 160 mi – 97	US\$ 120 mi – 96	

TABELA Nº 05: COMPARAÇÃO COM DIVERSOS TIPOS DE NAVIOS-AERÓDROMOS (B)

CLASSE	<i>A-12 São Paulo</i>	<i>Invincible</i> (RN)	<i>Garibaldi</i> (I)	<i>Pr. de Astúrias</i>
LOA (m)	265,00	210,00	180,00	196,00
LWL (m)	238,00	192,80	162,80	(*) 177,30
BWL (m)	31,70	27,50	22,60	(*) 24,30
B FlightDeck (med)	51,20	36,00	33,00	32,00
T (m)	8,40	7,30	6,70	(*) 6,70
Fn	0,319	0,33	0,386	0,305
Cb	0,51	0,55	0,53	0,58
B/D1	2,02	2,10	1,81	2,29
B/D2	1,31	1,29	1,17	1,17
L/B	7,51	7,01	7,20	7,30
B/T	3,77	3,77	3,37	3,63
Desloc. (m3)	31.980	21.463	13.065	16.769
Desloc. (Tons.)	32.780	16.860/22.000	10.100 / 13.370	15.912 / 17.188
D1 (m)	15,70	13,10	12,50	10,60
D2 (m)	24,20	21,30	19,30	20,70
Incorporação Primeiro da Classe	<i>Clemenceau</i> 1961 <i>Foch</i> 1963	<i>Invincible</i> 1980 <i>Illustrious</i> 1982 <i>Ark Royal</i> 1985	<i>Garibaldi</i> 1985	<i>P. de Astúrias</i> 1988
Custo de Obtenção	n.d.	<i>Invincible</i> £ 185 mi <i>Ark Royal</i> £ 333 mi	n.d.	n.d.
Custo Operação <i>Invincible</i> / <i>Illustrious</i> £ milhões/ano	n.d.	97-98: £ 46,9 / 35,8 98-99: £ 41,5 / 42,4 99-00: £ 51,8 / 37,5	n.d.	n.d.

### ***Dimensionamento, coeficientes e propulsão***

O autor não tem como dizer se a Marinha do Brasil deve continuar na linha tradicional e adotar um navio-aeródromo para operação no regime Catobar. Adotar o regime STOVL implicaria adotar necessariamente (e sem opções) o *Joint Strike Fighter* F-35B. Mas a Royal Navy (Inglaterra) e a Marina Militare (Itália) estão na mesma situação. O principal cliente para versão “B” continua sendo o USMC.

O primeiro passo a ser dado na concepção do novo navio trata da análise das opções de aeronaves existentes ou a serem construídas no curto prazo, que definirão o tamanho da pista de pouso e das catapultas, em regime Catobar, ou o comprimento da pista de rolamento e o ângulo do Ski Jump no caso STOVL. Em seguida temos outro requisito fundamental no *layout* do convoo: operações de pouso e lançamento simultâneos diurnas e noturnas e com “qualquer” condição meteorológica. Finalmente, o número de aeronaves sendo manobradas, abastecidas, municadas e estacionadas temporariamente no convoo, em função do requisito de número e tipos de missões ou o número diário ou taxa-hora de lançamentos e pousos. São basicamente estes os três requisitos que definirão inicialmente o tamanho do convoo, sendo que posteriormente haverá

refinamentos em função do número e da localização dos elevadores de aeronaves e munição, pontos de reabastecimento e outros inúmeros detalhes.

Dimensionado o convoo, parte-se para o projeto do hangar que será função do número de aeronaves a serem abrigadas simultaneamente e o nível de manutenção a ser executado a bordo. Com estes dois elementos “mais ou menos” definidos, dimensiona-se o casco para se chegar às dimensões e coeficientes que permitam satisfazer aos requisitos de autonomia, raio-de-ação, sustentabilidade, velocidade etc.

Para os NAe 65000/52000/45000, o autor adotou o conceito do All Electric Ship. Temos, pois, a geração de apenas um tipo de energia, a elétrica, para fazer funcionar desde propulsão, catapultas, aparelho de parada, elevadores etc., até a demanda normal a bordo de hotelaria. Com a opção Catobar, o NAe seria provido de duas catapultas *EMALS* (Electro Magnetic Aircraft Launching System). O aparelho de parada com três cabos seria igualmente do tipo eletro-magnético.

Para este estudo, que visa encontrar respostas com relação ao tamanho de um futuro NAe Catobar, escolheremos três tamanhos de navios da Tabela Nº 03 em função de seu deslocamento máximo, calculando todos dados necessários para uma escolha, resumidos em tabelas, a partir das dimensões iniciais da Tabela nº 3.

**TABELA Nº 06: PROPULSÃO, GERAÇÃO ELÉTRICA E ESCOLHA DAS MÁQUINAS**

	NAe 65000	NAe 52000	NAe 45000
Diam. Hélice	7,50 m	6,90 m	6,20 m
RPM (28 kts)	123	133	149
Eficiência dos Hélices	0,70	0,70	0,70
Brake Power (28 kts)	125.310 kW	109.354 kW	100.652 kW
Eficiência Total	0,693	0,693	0,693
4 x Motores Elétricos	32.130 kW	28.040 kW	25.808 kW
Demanda a Bordo (máx)	30.000 kW	30.000 kW	30.000 kW

### ***Margens de projeto e Service Life Allowances***

Tipicamente em projeto de navios, um certo número de margens é incluído na estimativa do peso leve de um navio. Estas margens devem levar em conta as incertezas nos cálculos de estimativa do peso leve, potenciais mudanças do projeto ainda durante a construção e aumento de peso durante o detalhamento de projeto e construção, devido a informações mais precisas. No caso do ineditismo de um projeto de um navio-aeródromo no Brasil, as incertezas devem ter alta relevância.

Consideraremos uma margem de projeto de 6% sobre o deslocamento leve, segundo o seguinte critério da USN: “design similar to existing designs but with major changes and an associated level of some uncertainty”. Na realidade, esta consideração é mais do que rigorosa porém a favor da segurança. Conforme o documento SAWE – Society

of Allied Weight Engineers – Recommended Practice 14: Weight Estimating and Margin Manual for Marine Vehicles, para navios-aeródromos recomenda-se uma margem de crescimento de peso durante a vida útil (SLA – Service Life Allowances) igual a 7,5% sobre o deslocamento leve projetado, sem a reserva de projeto de 6%, para um período previsto de 30 anos de serviço (Ref. 10).

### ***Pesos – Ship weight break-down system***

O resultado atualizado dos cálculos de distribuição dos pesos efetuados pelo autor e com base em dados pesquisados e confrontados com a metodologia de cálculo do trabalho MNVDET-CV (Ref. 6 e 10) está relacionado na Tabela nº 7, abaixo. As frações SWBS são expressas percentualmente em relação ao deslocamento máximo, inclusive as reservas de projeto e SLA (margens de crescimento durante a vida útil). O resultado segue abaixo:

**TABELA Nº 7: DISTRIBUIÇÃO DE PESOS**

	NAe 65000 (tons)	NAe 52000 (tons)	NAe 45000 (tons)
SWBS 100	29.649 (45,7%)	24.003 (45,7%)	19.991 (45,7%)
SWBS 200	1.492 (2,3%)	1.523 (2,9%)	1.312 (3,0%)
SWBS 300	2.595 (4,0%)	2.626 (5,0%)	2.318 (5,3%)
SWBS 400	454 (0,7%)	368 (0,7%)	350 (0,8%)
SWBS 500	6.293 (9,7%)	5.095 (9,7%)	4.243 (9,7%)
SWBS 600	2.984 (4,6%)	2.416 (4,6%)	2.012 (4,6%)
SWBS 700	260 (0,4%)	210 (0,4%)	175 (0,4%)
PESO LEVE	43.727 (67,4%)	36.241 (69,0%)	30.401 (69,5%)
RESERVA PROJETO	6% x PESO LEVE	6% x PESO LEVE	6% x PESO LEVE
PESO LEVE+RES.PROJ.	46.350 (71,4%)	38.415 (73,1%)	32.225 (73,7%)
MARGENS (SLA)	(*) 3.280 (5,0%)	(*) 2.718 (5,2%)	(*) 2.280 (5,2%)
CARGA ÚTIL	15.247 (23,6%)	11.390 (21,7%)	9.239 (21,1%)
DESL MAX C/ SLA	64.877 (100%)	52.523 (100%)	43.744 (100%)

(\*): Na tabela temos a margem de SLA igual a 5,0% do “deslocamento máximo + SLA”, que corresponde numericamente a 7,5% do “peso leve sem as reservas de projeto”, como preconizado pela USN : 7,5% x 43.727 = 3.280 tons / 7,5% x 36.241 = 2.718 tons / 7,5% x 30.401 = 2.280 tons

TABELA Nº 8: DISTRIBUIÇÃO DA CARGA ÚTIL, TRIPULAÇÃO E GRUPO AÉREO EMBARCADO

Itens	NAe 65000	NAe 52000	NAe 45000
	(toneladas)	(toneladas)	(toneladas)
Diesel Naval (MGO)	6.300	4.270	3.709
JP-5	4.020	2.900	2.000
Lubrificantes	50	50	50
Munição	1.200	850	600
GAE	(28 + 2 + 10) 800	(26 + 2 + 8) 600	(18 + 2 + 8) 550
Água potável	600	600	550
Mantimentos (45 dias)	1.000	950	770
Tripulantes do Navio	1.300	1.300	1.300
Tripulantes do GAE	800	700	600
Temporários	120	120	120
Pessoal e Pertences	427	400	360
Tratamento de Efluentes	850	770	650
TOTAL	15.247	11.390	9.239

Na composição dos GAE partimos de baixo para cima, baseados primeiramente no GAE do *Charles de Gaulle*, composto de 20 aeronaves de caça Rafale-M e Super Étandard, 2 x E-2C e ca. 4 x helicópteros. Os demais GAEs foram por comparação com navios similares como, por exemplo, o CVF inglês. No cálculo dos pesos do GAE, consideramos os pesos vazios das aeronaves F-18-E/F Super Hornet com 14.000 kg, Grumman E-2C com 18.400 kg e o helicóptero Sikorsky S-70B (MH-16) com 6.200 kg. Acrescentamos algum peso a mais para obter flexibilidade no número embarcado e *trade-off* entre tipos, além de levar em conta os sobressalentes.

### **Autonomia e raio de ação**

A autonomia e o raio de ação de um navio devem ser relativizados, pois não compõem pura e simplesmente um único valor. O primeiro cálculo a ser feito, e o mais simples, considera o *ferry range*, ou seja, o simples deslocamento ou transporte entre dois pontos, sem operações aéreas, à velocidade de

cruzeiro de 18 kts. Como *default*, admitimos que a geração a bordo para hotelaria seja de 8.000 kW nos três casos para simplificar, geração esta que deverá ser somada à demanda elétrica da propulsão em cada caso. Assim, calculamos a autonomia, ou *fuel endurance*, dividindo o estoque de combustível pelo seu consumo total na geração de energia elétrica para a propulsão e hotelaria.

Já no caso de períodos prolongados de permanência no mar ou em viagem e operações aéreas, será necessário estudar as várias situações de deslocamento, operações de baixa, média e alta intensidade. A autonomia, o raio de ação, a *fuel endurance* e a sustentabilidade serão diferentes em cada situação e dependerão das demandas específicas de cada item como combustível do navio e das aeronaves, munição e estoque de mantimentos.

O estudo da logística de ressuprimento no mar deverá contemplar e combinar as várias situações mencionadas acima, além das possíveis distâncias de bases e portos amigos, estabelecendo os intervalos “ótimos” de suprimento para o fornecimento simultâneo

do maior número de itens no menor intervalo de tempo possível. A eficiência da logística no mar também dependerá da combinação dos *shuttle ships* (suprimento entre bases e força-tarefa) e *station ships* (que acompanham a força-tarefa).

### ***Sustentabilidade operacional e regulamentos IMO-Marpol***

Como dito acima, a configuração do GAE dependerá do tipo de missão e do nível de intensidade de uma crise no teatro de operações. Como exemplo, podemos mencionar os CVFs da RN, onde os GAEs são dimensionados segundo o critério TAG (Tailored Air Groups), em função do tipo e do nível de operações aéreas:

- I) tempos de paz e exercícios menores;
- II) crises de média intensidade, *strike configuration*; e
- III) crises de alta intensidade, *wartime*.

A sustentabilidade do meio naval e seu GAE num teatro de operações dependerá do número de missões e dos estoques de combustíveis e munições e seu ressurgimento. Mas, para simplificar os cálculos, consideramos apenas o consumo de combustível das aeronaves como parâmetro de cálculo, porém, a rigor, deveríamos considerar igualmente o estoque de bombas, mísseis e munições. Os resultados da memória de cálculo estão resumidos na Tabela nº 9, nas antepenúltima e penúltima linhas.

No quesito sustentabilidade, é preciso considerar, ainda, os regulamentos ambientais preconizados pela IMO-Marpol (MARitime POLLution). Quando o anexo “V” do IMO-Marpol foi ratificado, no final dos anos 70, os armadores foram obrigados a tomar medidas de curto prazo no quesito poluição, relativo ao tratamento de efluentes sanitários, águas de lastro e contaminação por óleo, águas cinzentas, resíduos orgânicos de cozinha e sólidos secos em geral, como metais, plásticos e vidro. Porém, navios governamentais e de guerra tiveram a sua adesão obrigatória postergada, mas a maioria das Marinhas resolveu aderir, à guisa de bom exemplo.

Outro aspecto ambiental que vem sendo implantado gradualmente e com grande rigor são as emissões das máquinas de propulsão e geração de energia. O regulamento IMO-Marpol 73/78 Anexo VI se aplica às emissões de NOx (óxidos de nitrogênio) de motores diesel e turbinas. O Tier III entrará em vigor em 2016.

Resumindo, nesse conjunto de requisitos ambientais, podemos estabelecer como premissa um limite prático de 60 dias em que os navios conseguem armazenar resíduos a serem descartados no próximo porto a ser demandado. Ocasionalmente, em circunstâncias especiais, pode haver o transbordo dos resíduos sólidos para um navio de ressurgimento, que os incinerará. Mas, no caso de um NAe, a situação é menos crítica devido à disponibilidade de volume e espaço e à possibilidade de incineração de resíduos orgânicos a bordo.

**TABELA Nº 9: RAIÃO DE AÇÃO, AUTONOMIA E SUSTENTABILIDADE**

	NAe 65000	NAe 52000	NAe 45000
Ferry Range (18 kts) n.m.	16.020	11.792	10.911
Dias de Mar	37	27	25
Ferry Range (15 kts) n.m.	20.285	14.835	13.635
Dias de Mar	56	41	37
Mantimentos (dias)	45	45	45
Aut. Baixa Intens. (dias)	30	22	19
Raio de Ação (n.m.)	13.680	10.032	8.697
Aut. Alta Intens. (dias)	23	18	17
Raio de Ação (n.m.)	11.049	8.640	8.123
GAE Baixa Intens. (dias)	18	13	09
GAE Alta Intens. (dias)	7	5	4
IMO-Marpol (dias)	60	60	60

## Centros, estabilidade e seakeeping – comparações com várias classes

### Coefficientes

Na tabela Nº 10 relacionamos os principais coeficientes que servem para aferir o projeto de um navio. Um dos principais a ser obtido é o coeficiente de bloco. Notamos, pelos dados das tabelas de nºs 4 e 5, que a maioria, desde a década de 1930 até os dias atuais, se concentra em torno de  $C_b = 0,60$ .

Na tabela Nº 11 relacionamos as alturas dos centros de gravidade (KG) e suas proporções em relação aos pontais “D1” (altura da quilha ao piso do hangar) e “D2” (altura da quilha ao convoo). Devido a informações frequentemente confusas, resolvemos fazer esta distinção e, para efeito do cálculo de estabilidade, fica claro que o pontal “D1” é o correto, por considerar-se o piso do hangar como o Bulkhead Deck. Notamos que os porta-aviões mais antigos, entre 1930 e 1950, tinham esta relação similar aos atuais, mas alturas metacêntricas (GM) menores.

### Centros

Os cálculos dos centros do navio são seguramente os parâmetros mais importantes na avaliação da sua estabilidade. Destes dependerá o seu comportamento no mar (*sea worthiness*). Em toda a nossa pesquisa, podemos enumerar os poucos resultados de dados reais: KG da classe *Nimitz*, GM da classe *São Paulo*. Os demais centros foram calculados com o auxílio da literatura Ref. 11 e Ref. 2.

Observamos que, nos casos dos navios da década de 1930 e do período da Segunda Guerra Mundial, as alturas metacêntricas eram menores e giravam em torno de  $GM = 1,75$  m. Na literatura ostensiva, encontramos o valor da altura metacêntrica do *Clemenceau* como sendo aproximadamente  $GM = 1,55$  m. Já o seu sucessor *Foch*, hoje *São Paulo*, tem uma estabilidade melhor do que seu antecessor da mesma classe. Atualmente, os navios-aeródromos modernos têm alturas metacêntricas (GM) com valores entre 2,50 m e 3,00 m. Isto também fica evidente na razão B/D (relação boca/pontal) maior dos navios modernos.

TABELA Nº 10: TABELA DE COEFICIENTES DE VAN GRIETHUYSEN (Ref. 21)

TIPO	$L/\lambda \nabla$	L/B	L/D1	L/D2	B/D1	B/D2	B/T	Fv
NAe Típico	6 - 7,5	6 - 8	n.d.	9	n.d.	1,3	3,3- 4,1	0,8
<i>Nimitz</i>	7,10	7,77	16,7	10,3	2,17	1,32	3,61	0,79
<i>Enterprise</i>	7,14	7,83	16,7	10,3	2,15	1,31	3,58	0,79
<i>São Paulo</i>	7,50	7,51	15,2	9,8	2,02	1,31	3,77	0,87
CVF	6,60	6,41	14,6	8,8	2,17	1,30	3,55	0,65
NAe 65000	6,88	7,50	15,7	9,8	2,09	1,31	3,49	0,73
NAe 52000	6,81	7,03	15,0	9,2	2,13	1,31	3,71	0,75
NAe 45000	7,10	7,20	15,9	9,5	2,21	1,32	4,01	0,78
STOVL BR	7,00	7,40	17,7	9,5	2,41	1,29	3,40	0,81
Cavour	7,00	7,40	17,0	9,1	2,29	1,23	3,35	0,83
CVV (*)	6,72	6,82	15,3	9,8	2,25	1,44	3,64	0,74
Wasp	7,96	7,21	12,4	8,1	1,72	1,13	4,17	0,99
Essex	7,93	8,61	15,6	10,1	1,82	1,18	3,72	0,96
CV-6	7,37	9,31	13,8	9,3	1,73	1,16	3,93	0,94
CV-5	7,49	7,72	11,1	11,1	1,44	1,44	4,29	0,94

(\*): O projeto CVV de 1975 foi um estudo da USN para obter um NAe menor e convencional, como alternativa aos CVNs, sob o comando do CNO AE Zumwalt (Ref. 06). Mas o projeto foi derrotado pelo *lobby* do Almirante Rickover no Congresso.

TABELA Nº 11: CENTROS OBTIDOS NA LITERATURA OU CALCULADOS PELO AUTOR

CLASSE	NAe 65.000 4ª G	NAe 52.000	NAe 45.000	CVV-USN/1976 (Estudo)	ENTERPRISE CVN-65	NIMITZ CVN-68
KB (m)	5,94	5,46	4,84	5,96	6,19	6,20
BMt (m)	9,72	10,55	10,93	11,44	11,03	11,11
KM (m)	15,66	16,01	15,77	17,40	17,22	17,31
KG (m)	12,91	13,35	13,33	14,4	14,34	14,37
GM (m)	2,75	2,66	2,44	3,00	2,88	2,94
T roll (seg)	(1) 16,00	16,00	16,00	(1) 16,00	17,30	17,30
T pitch (seg)	8,51	8,23	8,16		8,97	8,97
KG/D1 (%) (2)	0,74	0,79	0,85	0,85	0,76	0,76
KG/D2 (%) (2)	0,46	0,49	0,51	0,54	0,46	0,47
CLASSE	WASP CV-7	YORKTOWN CV-5	ESSEX CV-9G	ENTERPRISE CV-6	SÃO PAULO A-12	CVF ( UK )
KB (m)	4,11	3,81	4,51	4,87	5,00	6,21
BMt (m)	12,15	9,63	9,01	8,37	11,10	11,27
KM (m)	16,26	13,44	13,52	13,24	16,10	17,48
KG (m)	14,71	11,60	11,75	11,50	13,53	14,71
GM (m)	1,55	1,84	1,77	1,74	2,57	2,77
T roll (seg)	16,00	16,00	16,00	16,00	14,34	17,00
KG/D1 (%) (2)	0,92	(1) 0,57	0,72	0,67	0,87	0,83
KG/D2 (%) (2)	0,60	0,43	0,46	0,46	0,56	0,49

(1): Valores arbitrados por semelhança e compatibilidade. (2): Percentagens de KG (altura do CG acima da quilha) em relação ao pontais D1 e D2, respectivamente.

### Avaliação preliminar da estabilidade em função dos centros

Os resultados dos cálculos feitos e resumidos na tabela nº 11 mostram que os coeficientes dos três tamanhos de navios-aeródromos que estamos estudando, NAE 45000/52000/65000, estão em conformidade com os navios das classes *Nimitz* e *Enterprise*, que nos servem como exemplos preferenciais de comparação. Contudo, também utilizamos outras classes de navios para avaliar nossos resultados, quando necessário.

Sem efetuar cálculos dedicados à estabilidade, mas apenas comparando os resultados obtidos com os navios existentes (ou que existiram), podemos concluir que os modelos aqui estudados (NAe 65000/52000/45000) podem ser considera-

dos estáveis e com boas qualidades náuticas para efeito deste estudo de exequibilidade. A altura relativa dos centros e as relações das proporções dos navios (relações e coeficientes constantes das três tabelas imediatamente acima) são compatíveis com valores reais e com aqueles consagrados na literatura técnica.

### NAVIO-AERÓDROMO ALTERNATIVO – REGIME STOVL

Tendo até este ponto estudado exaustivamente os navios-aeródromos que operam no regime Catobar, pois é a nossa tradição, percebemos que a opção de um navio-aeródromo STOVL também precisa ser estudada, pois há detalhes relevantes a considerar. Percebemos que os custos de obtenção e operação do regime Catobar

são elevados e, sendo os nossos recursos orçamentários escassos, vimo-nos compelidos a analisar uma versão STOVL. Inicialmente, uma análise técnico-econômica, sem considerar aspectos relacionados com os prováveis futuros REM.

Pesquisando os navios modernos e atuais, o italiano *Cavour* é o maior desta categoria de navios-aeródromos. Outros, como o *Juan Carlos* espanhol, a classe *Mistral* francesa e os americanos da classe *Makin Island*, são navios para operações anfíbias, e não os consideraremos aqui como NAes STOVL “puros”. Aliás, o próprio *Cavour* também tem uma componente anfíbia embarcada, mas sem doca, caracterizada por sua capacidade Ro-Ro (Roll-On / Roll-Off) para veículos militares.

Com base em informações que obtivemos na literatura ostensiva na internet e com auxílio do nossa metodologia habitual de cálculo, analisamos e deduzimos de maneira aproximada os dados técnicos do *Cavour* e, em seguida, concebemos um NAe pouco maior e puramente STOVL, que chamaremos hipoteticamente de NAe STOVL BR, sem atribuições de natureza anfíbias que possam restringir ou comprometer a finalidade principal de operar aeronaves embarcadas. Os resultados da nossa pesquisa estão relacionados na Tabela nº 12.

Aqui será necessário o leitor rever e flexibilizar o seu conceito de navio-aeródromo, pois, para missões AA (Area Access) – impedir acesso, AD (Area Denial) – negação do mar, ASW – guerra antissubmarino, superioridade aérea, proteção de forças-tarefa e, em escala menor, cobertura aérea para operações anfíbias, um NAe STOVL poderá ser perfeitamente adequado e uma solução a ser considerada (Ref. 13 e 15).

A questão do raio de ação das aeronaves STOVL, como o F-35B, inferior às capacidades do tipo Catobar, como o F-35C, perde relevância quando as operações são do tipo

AA/AD, em que o objetivo é engajar o inimigo a uma distância segura. Avaliando, o *range* do F-35B é da ordem de 1.080 n.m., e o *combat radius* de cerca de 450 n.m. é equivalente a uma distância que um escolta inimigo a 30 nós levaria 15 horas para entrar em contato com a nossa força-tarefa ([www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/f-35specs.htm](http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/f-35specs.htm)).

Com base nas informações obtidas sobre o navio *Cavour*, da Marinha italiana, conseguimos calcular/estimar as principais dimensões, mas uma dúvida persiste no quesito deslocamento máximo, pois encontramos os valores 27.100/27.500 e 30.000 tons. E nenhuma destas informações caracteriza o deslocamento, nem se incluem reservas etc. Com as medidas obtidas, arbitramos o deslocamento em 27.974 tons, incluindo as reservas SLA. Daí resultou um coeficiente de bloco igual a 0,50, relativamente esbelto, e calculamos os coeficientes gerais, que se mostraram coerentes.

Os valores da potência de propulsão que calculamos (*brake power*) são compatíveis com as velocidades. A informação sobre o consumo de MGO à velocidade de 16 nós confere com os cálculos feitos para uma turbina G&E LM2500 em regime de aproximadamente 11.300 kW. Com os 88.000 kW instalados com quatro turbinas em regime Cogag, o navio pode chegar a 30 nós e com um eixo + duas turbinas acionando a plena força, o *Cavour* atinge 24 nós.

Tendo o *Cavour* como modelo, repetimos os cálculos para o nosso projeto do NAe STOVL BR, com deslocamento e dimensões um pouco maiores, como seria a nossa opção para a Marinha do Brasil. Os coeficientes e a estabilidade mostraram-se melhores, pois forçamos os resultados a nosso critério. Porém surgiu um detalhe importante no tocante ao arranjo geral, pois como a altura da WL (*water line*) ao piso do hangar resultou em 4,00 m, e segundo consenso geral, muito

baixo para um elevador de borda externa, optamos por dois elevadores internos (ao estilo da Royal Navy), um a vante e outro a ré da ilha, com dimensões 21,0 x 14,0 m para 30 tons. A Royal Navy sempre adotou este estilo devido à fúria do Mar do Norte e

do Atlântico Norte para proteger e abrigar 100% das aeronaves, além de possibilitar manobras no convoo em condições mais adversas, embora nos novos e recentes CVFs os elevadores fiquem localizados no bordo a boreste (BE).

TABELA Nº 12: CARACTERÍSTICAS DO *CAVOUR* E DO NAe STOVLR BR

	CAVOUR	NAe STOVLR BR	REFERÊNCIAS
LOA (m)	(*) 235,00	245,00	
LWL (m)	215,60	225,00	
BWL (m)	29,10	30,60	
B Moldada	39,00	42,00	
T (m)	8,70	9,00	
Volume Displ. Máx. (m <sup>3</sup> )	27.293	34.081	
Weight Displ. Máx. (tons)	27.974	34.933	
D1 (m)	12,70	12,70	
D2 (m)	23,70	23,70	
Free-Bord (m)	15,00	15,00	
WL to Hangar Floor (m)	4,00	4,00	
Flight Deck Dimensions	232,60 x 34,50	243,00 x 37,00	
Pista	183,00 x 14,20 jump 12°	200,00 x 14,20 jump 12°	
Hangar Dimensions	134,20 x 21,00 x 7,20	145,00 x 22,50 x 7,20	
Fn (28 kts)	0,34	0,31	
Cb	0,50	0,55	
LWL/BWL	7,4	7,4	(6,0 – 8,0) <sub>w</sub>
B/D1	2,29	2,41	<i>Nimitz</i> = 2,17
B/D2	1,23	1,29	(1,3) / <i>Nimitz</i> = 1,32
B/T	3,35	3,4	(3,3 – 4,1)
KB (m)	5,15	5,25	
KM (m)	14,07	13,91	
KG (m)	12,29	11,94	
KG/D2 (%)	52,0	50,0	<i>Nimitz</i> : 47% D2
KG/D1 (%)	97	94	<i>Nimitz</i> : 76%, CVF: 83% <i>São Paulo</i> : 87%
GM (m)	1,78	1,97	<i>Nimitz</i> : 2,94
T roll (seg)	(Sandia Labs, US) 15,80	15,80	<i>Nimitz</i> : 17,30
Pb Brake-Power (kW)	(calculado) 74.000	(calculado) 84.152	Veloc = 28 kts
Pb Brake-Power (kW)	(calculado) 11.300	(calculado) 12.800	Veloc = 15 kts
Cogag (4 x LM 2500) Brake-Power	2 x 44.000		
Cogag p/Eixo (kW) (1 x LM2500+) (2 x MTU20V8000)		2 x 48.000	
Geração Elétrica (kW)	18.000	20.000	
Veloc Máx. (kts)	30	28	

Quanto à propulsão do NAe STOVL BR, imaginamos dois eixos independentes como no *Cavour*, porém acionados no modo Codag, com dois motores diesel MTU20V8000 de 9,0 MW cada e uma turbina G&E LM2500+ de 30 MW, em vez do modo Codag do *Cavour*, principalmente por razões de economia de combustível. No modo puramente diesel, o navio deve atingir 18 nós. No caso desta variante, calculamos a nova autonomia. Raio de ação do NAe STOVL BR: 15 nós: 862 horas/36 dias/12.920 n.m. e para 28 nós: 155 horas/6,5 dias/4.340 n.m.

Para termos uma rápida noção da sustentabilidade desta versão no quesito de operações aéreas, citamos aqui alguns números que calculamos. O número de missões do GAE pode ser obtido, grosso modo, considerando-se o combustível que cada aeronave carrega e o total do estoque de JP-5 a bordo, que permite ao GAE um total de 18,5 missões do conjunto completo. No tocante ao estoque de carga militar, estimemos 150 tons para os mísseis e munição dos canhões do navio e torpedos ASW para os helicópteros. As 450 tons restantes seriam bombas e mísseis para os F-35B, o que resultaria em 45 tons por aeronave ou o suficiente para aproximadamente sete missões de ataque ou combate aéreo do conjunto de caça.

Finalizando, alguns comentários sobre o regime operacional. No sistema STOVL, o jato decola após uma pequena corrida e no final há uma rampa chamada de *ski jump* e o pouso é vertical. As principais vantagens deste sistema são as seguintes:

- 1) Em relação à decolagem puramente vertical, a aeronave pode carregar mais peso.
- 2) Não há necessidade de catapultas e aparelhos de parada.

- 3) Pouso mais fácil em situações de meteorologia adversa. Os pilotos dizem que é mais fácil primeiro parar e depois pousar do que o contrário.

- 4) Mais de uma aeronave pode pousar simultaneamente.

- 5) As aeronaves podem ser enfileiradas e prover uma taxa de decolagem superior a uma catapulta.

Mas há desvantagens:

- 1) Um caça STOVL não pode decolar com a mesma carga de um Catobar. O F-35B embarca no total cerca de 11.000 kg e o F35C, cerca de 16.600 kg (combustível + carga militar). Isto reduz a autonomia e a força militar do F-35B. Mas um recurso para contornar esta deficiência seria equipar um F-35B com tanques externos ejetáveis, que desempenharia a missão Revo (*nanny*), completando o abastecimento de outras aeronaves em missão depois da decolagem, possibilitando, assim, o embarque do máximo de carga militar e combustível. Contudo, este recurso diminui o número disponível de aeronaves para as missões e o reabastecimento em voo sempre está associado a riscos adicionais.

Tomemos como exemplo a distância entre o Rio de Janeiro e Capetown ou Lagos, na África, igual a 3.300 n.m. A área de responsabilidade do Brasil no âmbito da IMO-Solas (*Safety of Life at Sea*) cobre cerca de 13 milhões de km<sup>2</sup>, cuja distância máxima é de 1.850 n.m. numa reta do Rio de Janeiro ao vértice sudeste do polígono que engloba esta área. Onde apenas um único NAe STOVL navegando entre 1.100 e 1.300 n.m. da costa brasileira cobriria com o *combat radius* de um F-35B (raio: 450 n.m.) a faixa central do Atlântico Sul, na área de vigilância coberta pelo SisGAAZ.

- 2) No retorno ao navio, às vezes o caça é obrigado a descartar carga militar, dependendo do peso total no momento antes do pouso.
- 3) Hoje existe apenas um fabricante de aeronaves STOVL: a Lockheed-Martin. A Boeing fabricava o AV-8B, a versão americana do Harrier. Obviamente, há uma grande dependência dos clientes e demanda uma boa relação político-diplomática com os Estados Unidos. Hoje os clientes da versão STOVL JSF F-35B, em números previstos e aproximados, são o USMC, com 350 unidades; a Royal Navy, com 138 unidades e a Marina Militare (italiana), com 22 unidades.

Nenhum outro cliente associado do projeto Joint Strike Fighter F-35 da Lockheed-Martin, a saber Holanda, Noruega, Dinamarca, Turquia, Austrália e Canadá, comprará a versão F-35B, mas todos obterão a versão F-35A, sendo que somente a USN operará a versão F-35C. O Brasil seria, possivelmente, um cliente conveniente para ajudar a diluir custos e riscos do projeto da versão F-35B.

Se pensarmos por hipótese em quatro navios, cada uma com um esquadrão

de 12 aeronaves embarcadas, mais um esquadrão de reserva, estaríamos falando de 60 aeronaves ou 15% do total atual previsto da versão F-35B, num total aproximado de US\$ 6.330,00 milhões somente para a obtenção dos aviões (Fonte: US Department of Defense projected F-35 flyaway cost of US\$ 105,50 millions per unit – Source: Jeremiah Gertler, F-35 Joint Strike Fighter Program pg. 17, Congressional Research Service, Washington DC, as per April 29th, 2014).

Encerrando o estudo sobre o *Cavour* e uma versão STOVL para a Marinha do Brasil, elaboramos a Tabela nº 13, com a composição das frações de pesos e o cálculo da carga útil do navio. E na Tabela nº 14, a composição da carga útil, fundamental no cálculo da autonomia e sustentabilidade destes dois meios navais. Evidentemente que, no caso do *Cavour*, trata-se de valores estimados e, no caso do NAe STOVL BR, são valores impostos.

## CONCLUSÃO

Na pesquisa por um tamanho adequado de navio-aeródromo operando no regime

TABELA Nº 13: DISTRIBUIÇÃO DE PESOS

	CAVOUR	NAe STOVL BR
SWBS 100	12.784 (45,7%)	15.964 (45,7%)
SWBS 200	900 (3,2%)	1.300 (3,7%)
SWBS 300	1.119 (4,0%)	1.397 (4,0%)
SWBS 400	196 (0,7%)	245 (0,7%)
SWBS 500	2.713 (9,7%)	3.493(10,0%)
SWBS 600	1.287 (4,6%)	1.747 (5,0%)
SWBS 700	112 (0,4%)	140 (0,4%)
PESO LEVE	19.111 (68,3%)	24.286 (69,5%)
PESO LEVE + RESERV	20.258 (72,4%)	25.743 (73,7%)
MARGENS (SLA)	1.400 (5,0%)	1.747 (5,0%)
CARGA ÚTIL	6.322 (22,6%)	7.443 (21,3%)
DESL MÁX C/ SLA	27.974 (100%)	34.933 (100%)

TABELA Nº 14: DISTRIBUIÇÃO DA CARGA ÚTIL, TRIPULAÇÃO E GRUPO AÉREO EMBARCADO

Itens	CAVOUR	NAe STOVL BR
Diesel Naval (MGO) (tons)	2.125	3.300
JP-5 (tons)	1.215	1.900
Lubrificantes (tons)	30	45
Munição (tons)	n.d.	600
Grupo Aéreo Embarcado (tons), inclusive Sobressalentes	12 x F-35B/12 x S-70B/4 x MQ-8C 128,0 / 75,0 / 6,0 = 209 x 1,1 = 230	12 x F-35B/14 x S-70B/6 x MQ-8C 128,0 / 88,0 / 9,0 = 225 x 1,1 = 248
Água potável (tons)	n.d.	200
Mantimentos (tons)	(1.210 x 18 x 10 kg) = 218	(1.000 x 45 x 10kg) = 450
Tripulantes do navio	451	600
Tripulantes do GAE	203	280
Temporários	140 +416	120
Pessoal e Pertences (200 kg/indiv)	242	200
Tratamento de Efluentes (tons)	n.d.	500
TOTAL	6.322	7.443

Observação: O drone MQ-8C, da Northrop Grumman, foi adotado como modelo para missões AEW e afins.

Catobar, percebemos que existe claramente um limite inferior e que este seria mais ou menos equivalente à nossa versão NAe 45000. Como visto, os principais fatores condicionantes são as dimensões, o número e os requisitos de operação das aeronaves (Ref. 1).

O limite superior de opções seria o Super Carrier. Obviamente, não corresponde à nossa doutrina e muito menos aos nossos recursos orçamentários. Mas, para estabelecer um limite, adotamos como exemplo o deslocamento do CVF inglês de 65.000 tons. Consideramos também um deslocamento intermediário de 52.000 tons. Mas o que realmente determinará o tamanho do

futuro navio serão os REM (Requisitos de Estado-Maior) e o custo de ciclo de vida resultante, que deverá ser compatibilizado com os recursos orçamentários disponíveis.

**Qualquer que seja a opção do modo de obtenção do novo navio, será fundamental formar uma equipe técnico-gerencial-operativa, que terá como missão elaborar os estudos de exequibilidade e concepção**

Qualquer que seja a opção do modo de obtenção do novo navio, será fundamental formar uma equipe técnico-gerencial-operativa, que terá como missão elaborar os estudos de exequibilidade e concepção, com ou sem ajuda de consultoria estrangeira. Desde o início, uma das tarefas fundamentais deste grupo será a elaboração

dos requisitos de manutenção e de apoio logístico integrado, procurando envolver a indústria nacional e multinacional neste processo.

À medida em que fomos avançando na pesquisa sobre a questão da asa-fixa embarcada, verificamos que, para a Marinha do Brasil, uma versão de NAe tipo STOVL também deve ser seriamente examinada. Além da óbvia questão de custos de obtenção, operação e manutenção, o principal requisito da Marinha do Brasil seria, possivelmente, o controle de áreas marítimas, guerra ASW e a defesa de forças-tarefa. Apenas secundariamente deveríamos focar num apoio aéreo para operações anfíbias de envergadura limitada. Estas missões podem ser perfeitamente desempenhadas por um NAe STOVL (Ref. 13 e 15).

O Plano de Articulação e de Equipamento da MB (PAEMB) preconiza dois NAes Catobar no âmbito de duas esquadras. Se considerarmos o custo de obtenção de dois NAe 45000, chegamos a um custo de obtenção de aproximadamente US\$ 25,7 bilhões (Tab. Nº 2), incluindo os respectivos GAes. Um NAe STOVL BR equipado com seu GAe representaria um custo de obtenção de cerca de US\$ 4,5 bilhões. Ou seja, com algo como US\$ 18 bilhões (70% de 2 x NAe 45000 equipados) a Marinha do Brasil poderia obter quatro navios-aeródromos tipo STOVL equipados, cuja soma de aviões de caça e helicópteros seria de 48 unidades do tipo F-35B e 56 Sea Hawk, contra 36 unidades do F-35C e 16 Sea Hawk embarcados em dois NAe 45000, como exemplo comparativo.

Como calculado acima, o custo operacional anual de um NAe 45000 seria da ordem de US\$ 242 milhões/ano, enquanto que o custo operacional anual de um navio da classe *Invincible*, pouco menor do que o *Cavour*, em valores atualizados de 1999 (£ 43 milhões x 1,6) para 2015, cerca de 48% com base na inflação americana, seria em torno de US\$ 102 milhões/ano, incluindo o GAe.

Existe uma corrente de pensamento que argumenta que quanto maior o navio-aeródromo, maior será a eficiência de custos, ou seja, se considerarmos a atividade-fim do NAe, em que o custo operacional das aeronaves embarcadas seria o parâmetro de avaliação, fica evidente que isto é verdade. No entanto, no caso brasileiro, com apenas um (mais provável) ou dois (previstos) NAes Catobar, seria como colocar “todos os ovos no mesmo cesto”, alta limitação operacional, risco e vulnerabilidade.

Olhando os custos calculados acima, somos da opinião de que “dispersar” a asa fixa num número maior de navios é mais seguro, eficaz e resulta em maior disponibilidade dos meios navais. Claro que do ponto de vista econômico temos que olhar do lado da engenharia primeiro, em que produzir o melhor pelo menor custo é mandatório e, segundo, no extremo oposto como a Marinha, deve-se olhar a racionalidade dos gastos para obter os melhores resultados pelo menor dispêndio possível. Mas aqui a estratégia militar e os requisitos operacionais são prioritários e podem sobrepujar os critérios econômicos e a otimização dos custos operacionais.

Analisando-se os números dos parágrafos anteriores, podemos enxergar o leque de opções ou alternativas que se abriria com a mera escolha de um NAe STOVL BR em detrimento de uma versão Catobar, quando ponderamos simultaneamente sobre a obtenção de vários outros tipos de meios navais, diante do montante de recursos que seriam necessários, por exemplo, para dois NAe 45000 e seus GAes.

Mas é interessante observar como a escolha das aeronaves de caça/bombardeio influenciaria na decisão do tipo de navio: no regime Catobar, as opções seriam o F-18 G/H, Grippen Naval, Rafale M e o F-35C. Já no regime STOVL, estaríamos limitados ao F-35B, com suas implicações políticas,

custos e sofisticação técnica, ou seja, uma opção relativamente complicada. Mas a Inglaterra e a Itália estão neste mesmo barco. Entretanto, a diferença do custo de obtenção e operação entre os dois tipos de navios, Catobar ou STOVL, poderá pesar demais na balança.

Podemos admitir a construção do primeiro navio da nova classe em estaleiro estrangeiro que for escolhido para participar dos estudos desde o início dos trabalhos. Esta medida ajudaria a mitigar os riscos. Já do segundo navio em diante, os mesmos deveriam ser construídos no Brasil, com a assistência continuada do mesmo estaleiro estrangeiro. Mesmo com tradições fortes em construção naval, os estaleiros estrangeiros que seriam candidatos naturais a uma concorrência tiveram uma série de problemas nos últimos anos em diversos programas de obtenção de meios por suas Marinhas pátrias.

Portanto, a escolha de um parceiro estrangeiro não é uma tarefa fácil. O escolhido teria que se comprometer com a Marinha do Brasil desde o projeto de executabilidade até a incorporação de todos os navios da classe. Inclusive, idealmente, incluir cláusulas contratuais de compromisso relativas à manutenção e às modernizações de ciclo de vida, como forma de envolver

e comprometer o contratado nas garantias dos navios quanto a desempenho, funcionamento, disponibilidade e custos durante o ciclo de vida.

Os prazos estão se esgotando rapidamente e os que foram preconizados originalmente não têm mais como ser cumpridos. Desde o início dos estudos até a incorporação, podemos falar num prazo compreendido entre dez e 15 anos, se tudo correr razoavelmente bem. Somente a experiência estrangeira de alguns estaleiros em particular poderia ajudar a encurtar os prazos, e mesmo assim

**Desde o início dos estudos até a incorporação, podemos falar num prazo compreendido entre dez e 15 anos**

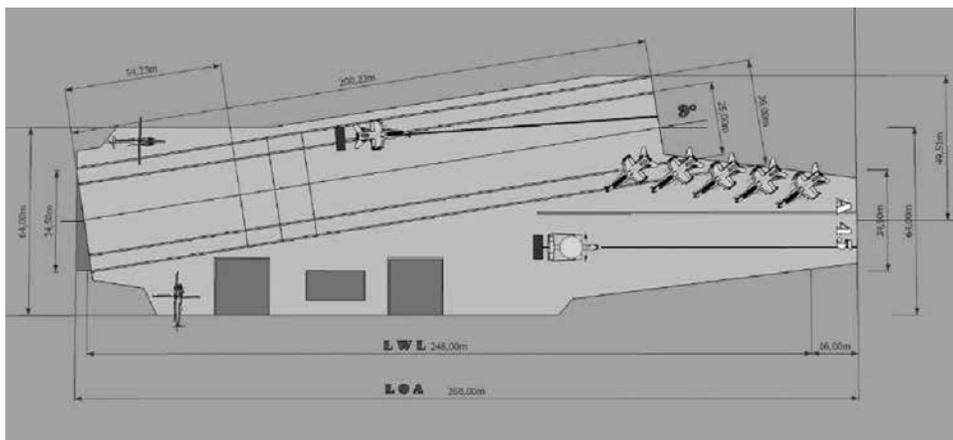
devemos ser cautelosos – há exemplos demais de programas equivocados ou mal engendrados nos países ditos mais avançados. Ninguém está livre de erros.

Os resultados obtidos pelo autor são apenas indicadores ini-

ciais para as possíveis direções a serem tomadas, tanto em relação ao tamanho e tipo de navio, como a custos de obtenção, operacional, manutenção e treinamento, enfim, o custo de ciclo de vida. Este estudo tem por objetivo apresentar os dados e números que foram obtidos e calculados que possam estimular as reflexões dos leitores, procurando flexibilizar algumas ideias mais arraigadas, tentando induzi-los a refletir sobre as opções possíveis ou desejáveis, que poderiam atender aos nossos interesses, requisitos operacionais e orçamento.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<FORÇAS ARMADAS>; Navio-aeródromo; Projeto; Construção naval;



A-45 – Desenho do convés de voo proposto pelo autor

### SIGLAS E ABREVIATURAS

AA: Area Access  
 AD: Area Denial  
 AEW: Airborne Electronic Warfare  
 ASW: Anti Submarine Warfare  
 BWL: Beam Water Line – Boca na Linha-d'Água  
 B/D: Relação boca/pontal – índice de estabilidade  
 B/T: Relação boca/calado  
 CATOBAR: Catapult Assisted Take-Off But Arrested Recovery  
 COD: Carrier Onboard Delivery  
 CODAG: COMbination Diesel And Gas  
 COGAG: COMbination Gas And Gas  
 COH: Complex Over Haul  
 CVF: Future Aircraft  
 CVN: Nuclear-Powered Airacraft Carrier  
 CVV: Aircraft Carrier Medium  
 D: Hull Depth – Pontal  
 Fv: Volumetric Froude Number  
 FY: Fiscal Year  
 GAE: Grupamento Aéreo Embarcado  
 GAO: Government Accountability Office, US Congress, Washington  
 IMO: International Maritime Organization  
 JSF: Joint Strike Fighter  
 $L/\beta\sqrt{\nabla}$ : Índice de esbeltezz  
 L/B: Relação comprimento/boca na linha-d'água  
 L/D1: Relação comprimento/pontal “D1” da viga-navio  
 LOA: Length Over All – Comprimento Total  
 LOS: Line Of Sight

LWL: Length Water Line – Comprimento da Linha-d'Água  
 MARPOL: MARitime POLLution  
 MGO: Marine Gas Oil  
 MNVDET: Modern Naval Vessel Design and Evaluation Tool  
 n.m.: nautical mile (milha náutica)  
 NSFO: Navy Special Fuel Oil  
 PAEMB: Programa de Articulação e Equipamento da Marinha do Brasil  
 RAF: Royal Air Force  
 REM: Requisitos de Estado-Maior  
 RN: Royal Navy  
 REVO: Reabastecimento em Vôo  
 SAR: Salvage And Rescue  
 SisGAAz: Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul – Marinha do Brasil  
 SLA: Service Life Allowances  
 SLEP: Service Life Extension Program  
 SRA: Selected Restricted Availability  
 STOVL: Short Take-Off Vertical Landing  
 SWBS: Ship Weight Break-down System  
 T: Draft – Calado  
 TGC: Total Government Cost  
 TKMS: Thyssen Krupp Marine Systems  
 TSAC: Total Ship Acquisition Cost  
 TSCC: Total Ship Construction Cost  
 TSC: Total Shipbuilder Cost  
 USMC: United States Marine Corps  
 USN: United States Navy

## REFERÊNCIAS

- 1) Andrews, Dr. David, R.I.N.A, London College. “Architectural Considerations in Carrier Design”, *International Journal of Maritime Technology*, London, 2004.
- 2) Doerry, Armin. “Ship Dynamics”, SANDIA NATIONAL LABORATORIES, references:
  - A) Gates, P.J.. “Surface Warships – An Introduction to Design Principles”
  - B) Gillmer, Thomas & Johnson, Bruce. “Introduction to Naval Architecture”
  - C) Comstock, J.P.. “Principles of Naval Architecture”, SNAME
  - D) Lewis, Edward. “Principles of Naval Architecture – Stability and Strength, SNAME
- 3) Dönitz, Almirante Karl. “Zehn Jahre und Zwanzig Tage” (Dez Anos e Vinte Dias), *Livro de Memórias*, Athenäum-Verlag 1958, Bonn.
- 4) Eule, Klaus. “Water Treatment and Waste Management for Enduring Operations”, *Naval Forces II/2008*.
- 5) Freitas, VA-EN (RM1) Élcio de Sá. *A Busca de Grandeza: Marinha, Tecnologia, Desenvolvimento e Defesa*, Editora Serviço de Documentação da Marinha, 2014.
- 6) Friedman, Dr. Norman. “Return to the Small Carrier”, Naval War College, US Navy.
- 7) G.A.O. “Government Accountability Office”, Congresso dos Estados Unidos da América, dados obtidos no *site* do congresso americano na internet: [www.fas.org/man/gao/nsiad98001/c3.htm](http://www.fas.org/man/gao/nsiad98001/c3.htm)
- 8) Isenberg, David. “The Illusion of Power: Aircraft Carriers and US Military Strategy”, Research Analyst at the Center For Defense Information, USA.
- 9) Lynch, CMG (RM1) Pedro Augusto B. *O Voo do Falcão Cinza*, 1ª Edição.
- 10) MNVDET-CV. Coletânea de Procedimentos de Cálculo de Navios-Aeródromo : [www.mnvdet-cv.com](http://www.mnvdet-cv.com)
- 11) NAVSEA. “Manual for the Salvage Engineer”, SO300-A8-HBK-010, Code 55W.
- 12) Pesce, Eduardo Italo & Correa, Ronaldo Leão. “Uma Classe de Navio Aeródromo para a Marinha do Brasil”, *RMB 2ºT/2000*.
- 13) Polmar, Norman. “Aircraft Carriers Vol. II”, Potomac Books, Virginia, 2nd Edition.
- 14) RAND – Aircraft Carrier Maintenance Cycles and Their Effects : [www.rand.org](http://www.rand.org)
- 15) Rubel, Prof. Robert C. (Captain USN Retired). “The Future of Aircraft Carriers”, *Dean of the Naval Warfare Studies*, Naval War College.
- 16) Slapnicar, V. University of Zagreb & Ukas, B. Saipem S.p.A. Milano. “Aircraft Carrier Stability in Damaged Condition”
- 17) Tupper, Eric. *Introduction to Naval Architecture*, 4<sup>th</sup> Edition.
- 18) Vejo, Dr. Milan, Naval War College, USN. “Defining Priorities at Sea: Mobility, Versatiltity and Survivability”, *Naval Forces IV/2009*.
- 19) Vogt, René. “NAe 55000 – Um sucessor para o Navio-Aeródromo *São Paulo*”, *RMB 3ºT/2009*.
- 20) Vogt, René. “Um sucessor para o NAe *São Paulo* – Uma Segunda Opção”, *RMB 1ºT/2011*.
- 21) Watson, D.G.M.. *Practical Ship Design*, 1st Edition, 1998.
- 22) Wolfson, Dianna. “A Solution to the Inherent List on Nimitz Class Aircraft Carriers”, B.S. Marine Engineering Systems, U.S. Merchant Marine Academy 1996, application to masters degree at the MIT 06/2004.

## APÊNDICE “1”

**(Ref. 1): Requisitos Básicos de Projeto Relativos à Capacidade Militar de um Navio-Aeródromo**

Capacidade militar, que reúne as considerações que tornam o NAe um navio de guerra plenamente capaz. Este requisito abrange quatro grupos de características principais:

## a) Características operacionais de alto nível:

*Warfighting*: Somatório de todas as suas missões tipicamente militares.

*Utility*: Capacidade de ser reconfigurado rapidamente para vários tipos de missões.

*Interoperability*: Capacidade de integrar e liderar uma força-tarefa.

## b) Características de habilitação de alto-nível:

*Survivability*: Vem a ser a capacidade do navio de resistir a pesadas avarias e continuar operando, mesmo com restrições, ou ser capaz de alcançar um porto amigo por meios próprios. Grande impacto no trabalho de arquitetura naval.

*Sustainability*: Trata-se da capacidade de cumprir todas as missões por períodos prolongados.

*Mobility*: Mobilidade é a capacidade de sustentar velocidade e constitui um dos elementos mais importantes de um NAe. Portanto, o conceito da propulsão é um dos mais significativos parâmetros de projeto.

*Availability*: A disponibilidade traduz a meta de garantir o funcionamento de todos os equipamentos e serviços a bordo, durante todo o ciclo de vida do navio e dentro das especificações. Exige alto nível de confiabilidade com grandes pressões sobre as instalações industriais da esquadra, a capacidade da indústria de manter e fornecer componentes e sistemas e demandas sobre a infraestrutura de treinamento do pessoal.

*Adaptability*: Devido à percepção de que no pós-Guerra Fria os navios de guerra precisam ser mais flexíveis em função das missões que lhes poderão ser atribuídas num mundo mais cheio de incertezas. Contudo, esta facilidade não pode ser atingida sem um projeto intencionalmente consciente e sem um apreciável impacto no seu custo inicial.

## c) Características arquitetônicas:

As preocupações usuais do projetista do navio com relação à forma e à configuração do casco são igualmente relevantes no caso do NAe como no caso de qualquer outro navio de guerra. Utiliza a representação S5 (Speed, Seakeeping, Stability, Strength, Style) como parâmetro de arquitetura naval.

## d) Tecnologia adotada:

Considera as tecnologias adotadas para os diversos sistemas a bordo, os níveis de automação e inovações. O nível de automação em geral deve levar em conta a redução da carga de trabalho gerada para a tripulação *versus* o impacto no custo inicial do projeto e especialização da tripulação para efetuar a manutenção preventiva e corretiva em viagem.

**APÊNDICE “2”**

**Definição da US Navy para *Depot Maintenance*:**

U.S. Code § 2460 - Definition of depot-level maintenance and repair:

**(a) In General:**

In this chapter, the term “depot-level maintenance and repair” means (except as provided in subsection (b)) material maintenance or repair requiring the overhaul, upgrading, or rebuilding of parts, assemblies, or subassemblies, and the testing and reclamation of equipment as necessary, regardless of the source of funds for the maintenance or repair or the location at which the maintenance or repair is performed. The term includes:

(1) all aspects of software maintenance classified by the Department of Defense as of July 1, 1995, as depot-level maintenance and repair, and

(2) interim contractor support or contractor logistics support (or any similar contractor support), to the extent that such support is for the performance of services described in the preceding sentence.

**(b) Exceptions:**

(1) The term does not include the procurement of major modifications or upgrades of weapon systems that are designed to improve program performance or the nuclear refueling or defueling of an aircraft carrier and any concurrent complex overhaul. A major upgrade program covered by this exception could continue to be performed by private or public sector activities.

(2) The term also does not include the procurement of parts for safety modifications. However, the term does include the installation of parts for that purpose.



# Ilha Fiscal

Conhecida como o local de “O Último Baile do Império”, realizado alguns dias antes da Proclamação da República, a Ilha Fiscal continua sendo um elo entre o presente e o passado. Décadas se passaram e o castelinho, que testemunhou tantos fatos históricos, é hoje uma das principais atrações turísticas do Rio de Janeiro.

Aberto à visitação destacam-se o Torreão, a Ala do Cerimonial e exposições temporárias.

O acesso à Ilha Fiscal é feito pela Escuna Nogueira da Gama, com saídas do cais do ECM. As visitas são guiadas e o passeio tem duração de aproximadamente 1h20.

A beleza arquitetônica e toda a sua história fazem da Ilha Fiscal o local perfeito para realizações de eventos especiais.

*Conheça e desfrute desse espaço!*

Passeios de quinta a domingo com saída do cais do ECM nos  
horários 12h30, 14h e 15h30

A bilheteria abre às 11h

Agendamentos para grupos: [agendamento@dphdm.mar.mil.br](mailto:agendamento@dphdm.mar.mil.br)

Informações e agendamentos: (21) 2532-5992 / 2233-9165

[www.dphdm.mar.mil.br](http://www.dphdm.mar.mil.br)