

VALIDAÇÃO NO MAR DE ENVELOPE DE VENTO CANDIDATO

Jair Agner Júnior

Centro de Análises de Sistemas Navais
Praça Barão de Ladário, S/N, Ed. 23 - Centro, Ilha das Cobras - Rio de Janeiro/RJ
jairagner@yahoo.com.br

Maurício José Machado Guedes

Centro de Análises de Sistemas Navais
Praça Barão de Ladário, S/N, Ed. 23 - Centro, Ilha das Cobras - Rio de Janeiro/RJ
mauricio.guedes@marinha.mil.br

Ernesto Rademaker Martins

Centro de Análises de Sistemas Navais
Praça Barão de Ladário, S/N, Ed. 23 - Centro, Ilha das Cobras - Rio de Janeiro/RJ
radmart@yahoo.com.br

RESUMO

As operações de helicópteros são restritas pelas limitações estabelecidas nos manuais de operação de cada helicóptero. As operações com navios são mais propensas a riscos e exigem procedimentos especiais, que impõem restrições além dos especificados nos manuais de voo. Estas limitações não são fornecidas pelo fabricante da aeronave e dependem, em grande medida, da classe específica do navio envolvido e do seu ambiente. Este trabalho apresenta um exemplo de campanha conduzida a bordo do Navio Doca Multipropósito (NDM) Bahia da Marinha do Brasil para validação de Envelopes de Vento. A partir de um Envelope de Vento Candidato, pousos são efetuados e a dificuldade encontrada em cada pouso é registrada e guia a condução do teste. O resultado final dessa campanha de teste são os Envelopes de Vento para o pouso e decolagem dos helicópteros que operam no NDM Bahia.

PALAVRAS CHAVE. Limites operacionais. Ensaio em voo. Envelope de vento.

ABSTRACT

Helicopter operations are restricted by the limitations set forth in the operating manuals for each helicopter. Typically, operational limits involve aspects such as wind, altitude, slope of the landing site, among others. Flight limitations of helicopters are generally determined in a terrestrial environment by the aircraft manufacturer. Ship operations are more risk prone and require special procedures, which impose restrictions beyond those specified in the flight manuals. These limitations are not provided by the aircraft manufacturer and depend to a large extent on the specific class of the vessel involved and its environment. This paper presents an example of a campaign conducted aboard of the Brazilian Navy ship NDM Bahia for SHOL (Ship-Helicopter Operational Limits) validation. The end result of this test campaign is the SHOLs for the landing and takeoff of helicopters operating in NDM Bahia.

KEYWORDS. Operating limits. Flight tests. Ship flight deck.

1. Introdução

As operações de helicópteros são restritas pelas limitações estabelecidas nos manuais de operação de cada helicóptero. Tipicamente, os limites operacionais envolvem aspectos como vento, altitude, declive do local de pouso, entre outros. Esses limites de voo dos helicópteros são geralmente determinados num ambiente terrestre pelo fabricante da aeronave. Entretanto, as operações com navios são mais propensas a riscos e exigem procedimentos especiais com limitações adicionais. Essas, que não são fornecidas pelo fabricante da aeronave, dependem das características físicas do navio no qual a aeronave está operando, além da influência das condições ambientais durante a operação. Dessa forma, é necessária uma campanha de testes para cada tipo de aeronave com cada classe de navio que esta aeronave irá operar, para definir os limites operacionais em situações em que estiver embarcada. A campanha de testes para a validação no mar do Envelope de Vento Candidato, e dessa forma estabelecer os limites operacionais para lançamento e pouso de helicópteros a bordo de navios ou plataformas petrolíferas *off-shore*, segue uma metodologia para garantir que as operações aéreas embarcadas tenham máxima flexibilidade e segurança. O resultado final dessa campanha de teste é a obtenção dos dados que permitam a construção do Envelope de Vento (EV), que estabelece os limites operacionais de direção e intensidade de vento no convoo, balanço e caturro do navio ou plataforma, para o pouso e decolagem de um determinado helicóptero (He) no navio ou plataforma considerada.

A metodologia é composta de seis passos, e este trabalho trata do quarto, quinto e sexto passos da metodologia, ou seja, a construção do EVC, a validação no mar do Envelope de Vento Candidato (EVC) e a construção do EV.

Este trabalho apresenta um exemplo de campanha conduzida a bordo do NDM Bahia da Marinha do Brasil para validação de EVC elaborados por similaridade, a partir da adaptação dos EV existentes, tendo como resultado final dessa campanha os EV para o pouso e decolagem dos helicópteros que operam no NDM Bahia.

Mesmo para os helicópteros da Marinha do Brasil (MB) de mesmo modelo dos que já operavam no NDM Bahia na França, foi necessária uma campanha de validação, porque as doutrinas de emprego das aeronaves são diferentes nos dois países. Para os modelos brasileiros que não operavam na Marinha Francesa, o envelope a ser usado seria o HOSTAC (*Helicopter Operations from Ships other Than Aircraft Carriers*), em [HOSTAC 2001], bastante restritivo.

O objetivo da campanha foi ampliar e validar os EV utilizados pelas aeronaves que operam no NDM Bahia para valores satisfatórios, sabendo-se que a máxima flexibilidade não seria alcançada.

2. Metodologia

O uso de uma metodologia científica para a determinação de Envelopes de Vento assegura que o binômio navio-helicóptero operará com a máxima flexibilidade e segurança possíveis. A metodologia permite estabelecer com segurança os limites mínimos e máximos de direção, intensidade de ventos relativos no convoo, balanço e caturro do navio ou plataforma, para o pouso e decolagem de um determinado helicóptero (He) no navio ou plataforma considerada.

Os típicos passos desta metodologia descrita em [NATO 2003] e [Hoencamp 2015] incluem:

- a) 1º Passo: Estudo do fluxo sobre o navio, e em particular sobre o convés de voo do navio, usando *Computer-aided Design* (CAD), *Computational Fluid Dynamics* (CFD) e/ou ensaio em Túnel de Vento (TV);
- b) 2º Passo: Medições in-situ no navio no mar para validar as simulações;
- c) 3º Passo: Ensaio em baixa velocidade com o helicóptero sobre a terra, a fim de determinar os limites operacionais para o seu uso naval;
- d) 4º Passo: Construção de um Envelope de Vento Candidato (EVC);

e) 5º Passo: Validação no mar do EVC; e

f) 6º Passo: A partir dos resultados dos cinco passos anteriores, construir o EV.

Quando já existe conhecimento prévio da operação de aeronaves no navio, este trabalho mostra que os passos 1, 2 e 3 da metodologia podem ser dispensados, sabendo-se que, com isso, a máxima flexibilidade não será alcançada.

A Figura 1 apresenta esquematicamente os passos para a obtenção do EV quando já existem conhecimentos sobre o navio e/ou sobre o helicóptero.

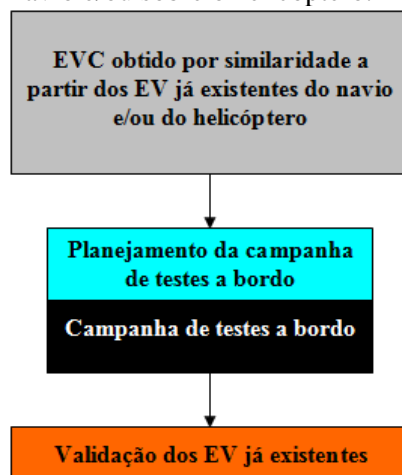


Figura 1 – Passos para obtenção de um Envelope de Vento por similaridade.

2.1. Ensaios de Validação no Mar

A partir do EVC, os ensaios de mar serão realizados para uma gama de pesos do He prevalentes nos teatros operacionais. Isto é conseguido mudando o peso bruto dependendo das condições ambientais durante os testes adicionando combustível e / ou adicionando pesos de lastro. As condições relativas de vento são estabelecidas considerando o vento absoluto em combinação com a velocidade e direção do navio. Para isso, é muito importante que os anemômetros do navio estejam aferidos.

Para cada decolagem e pouso são registrados dados quantitativos (ver Figura 6) e qualitativos (ver Figura 7) e são determinadas as margens de segurança a partir de critérios objetivos de rejeição. Em particular, o objetivo dos ensaios no mar é alcançar envelopes para "abrir e fechar as pás", "engrazar e desengrazar", "pouso e decolagem em aproximação lateral", "pouso e decolagem em aproximação oblíqua" e "pouso e decolagem em aproximação transversal (cross-deck)", para cada ponto de pouso, tanto para as condições de dia e de noite.

Os resultados da campanha de testes do He no mar devem incluir Envelopes de Vento com os limites de operação do He no navio para cada tipo de aproximação – lateral, oblíqua e cruzada, limites de caturro e balanço; e limites para as operações de esportagem, hangaragem, engrazamento e desengrazamento.

2.2. Restrições do Teste

Uma campanha de ensaio no mar deve conseguir explorar todo o EVC. Ou seja, o Envelope de Vento deve representar os limites do que são seguramente possíveis, em vez de ser conservadoramente limitado por dados inadequados. O ensaio para proporcionar a máxima exploração do EVC exigiria, portanto, uma série de condições ambientais e a disponibilidade dos navios para explorar essas condições. Por exemplo, se o balanço e o caturro do navio permanecerem limitados, o Envelope de Vento recomendado ficará restrito a essas condições. O Envelope de Vento pode também ser limitado artificialmente quando o navio não conseguir gerar as condições relativas do vento, que permita serem alcançadas as condições limites do EVC. Além disso, os pesos operacionais podem ter que ser reduzidos para mitigar o efeito de uma

variação de temperaturas ambiente e pressões sobre o desempenho da aeronave e qualidades de manuseio. Em resumo, os resultados dos ensaios no mar podem ser limitados por uma série de fatores, incluindo condições ambientais como vento e estado do mar, condições de tempo, visibilidade, temperatura e pressão; disponibilidade de navio para se obter condições específicas; manutenção da aeronave; manutenção do navio; e manutenção da instrumentação.

Além disso, os Envelopes de Vento não serão aplicáveis quando existir outro navio próximo a barlavento. A presença deste navio pode alterar significativamente o fluxo de ar acima e ao redor do convoo.

2.3. Procedimentos do Teste

Para executar a campanha de ensaios com sucesso, como descrito em [Fang e Booij 2006], os seguintes requisitos devem ser cumpridos, na área onde os testes serão realizados:

- a) Condições meteorológicas estáveis, sem chuva e frentes nas proximidades do navio, resultando em constantes condições de vento estáveis e estado do mar plenamente desenvolvido;
- b) O navio deve poder manobrar livremente em uma área bastante ampla (aproximadamente 30 milhas náuticas (MN) por 30 MN); e
- c) Caso o vento verdadeiro venha de terra, a posição do navio deve estar pelo menos a uma distância de 30 a 40 MN da linha costeira para evitar as influências costeiras nas condições locais de vento.
- d) Devem ser estabelecidas comunicações com todos os envolvidos nos testes. As comunicações devem ser testadas nos voos de familiarização.

2.3.2. Operações no Convoo

Os testes de manuseio do He no convoo consistem em medir os movimentos do navio e as condições de vento durante o deslocamento do He entre o spot e o hangar, abrir e dobrar as pás do rotor e a partida / corte dos motores / rotor como parte das missões da campanha de teste. Quaisquer comentários da equipe envolvida são anotados durante o debriefing. Se necessário obter mais dados, podem ser adicionados pontos de ensaio adicionais (condições de vento relativas e / ou movimentos do navio). São de execução obrigatória, os seguintes itens de manuseio do He no convoo: Hangaragem e espotagem; Abertura e dobragem das pás; e Engrazar e desengrazar.

2.3.3. Pousos e Decolagens

Durante a decolagem e pouso do He, os seguintes itens serão alterados conforme necessário, como descrito em [Hoencamp et al. 2014]:

- a) Peso - Vários pesos devem ser testados pelo ponto de vista da manobrabilidade;
- b) Vento - Os testes devem ser realizados com vento dentro do preconizado pelo EVC;
- c) Movimentos do convoo - Os testes são conduzidos com os movimentos naturais do navio;
- d) Aproximação ao navio - Todas as aproximações usadas nas operações do He com o navio devem ser testadas;
- e) Ambiente visual - Os testes serão realizados no período diurno e noturno;
- f) Configuração do He - Além da configuração padrão, o helicóptero deve estar equipado com lastro que permita rápido alijamento, como por exemplo: Torpedos ou mísseis de manejo; e Tanques de lastro; Tanques suplementares; e Sistema de instrumentação e telemetria.

2.4. Procedimentos de Pouso e Decolagem

Os seguintes procedimentos de pouso e decolagem devem ser usados, como descrito em [Fang e Booij 2006]:

2.4.1. Procedimento Lateral

Este procedimento é utilizado durante operações de voo diurnas e noturnas, como mostrado na Figura 2. A trajetória de voo da aproximação e aterrissagem pode ser dividida em três segmentos distintivos, a saber:

a) Aproximação: Aproximar-se da posição de espera para o pouso. A posição de espera é aproximadamente 0,75 do diâmetro do rotor ao lado do navio (lado da porta). O eixo longitudinal do helicóptero é paralelo à linha central do navio, com o seu nariz na direção da proa do navio;

b) Transição: Voar lateralmente à posição de espera para pairar sobre o local de pouso no convoo. A altura do pairado é aproximadamente 10-15 ft acima do convoo; e

c) Pouso: Fazer uma descida vertical para pousar seguro no convés através do sistema de bloqueio, do convés, para ser engatado imediatamente após o pouso, com o trem de pouso do nariz ou bequilha travado em 0° e freios aplicados.

A decolagem é geralmente realizada da seguinte forma:

a) Decolagem: Decolagem vertical para posicionar-se sobre o convoo. A altura do pairado é aproximadamente 10-15 ft acima do convoo. O eixo longitudinal do helicóptero é paralelo à linha central do navio, com o seu nariz na direção da proa; e

b) Transição com subida lenta simultânea, até aproximadamente 1,5 do diâmetro do rotor principal ao lado do navio, lateralmente ao local de pouso. Guina aproximadamente 30° e se afasta do navio ganhando altura.

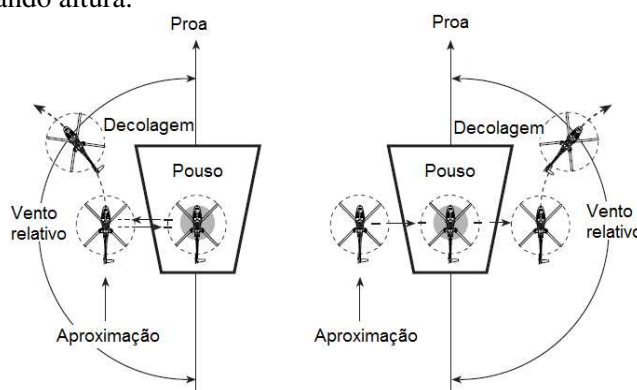


Figura 2 – Pouso e decolagem alinhada lateral. Adaptada de [Fang e Booij 2006]

2.4.2. Procedimento Oblíquo

O procedimento oblíquo será usado durante operações de voo diurnas e noturnas, como mostrado na Figura 3. A trajetória de voo da aproximação e aterrissagem pode ser dividida em três segmentos distintivos, a saber:

a) Aproximação: Aproximar-se do navio por sotavento;

b) Transição: Continuar o voo até a posição de pairado acima do convés de voo (nariz do helicóptero a 45° do eixo longitudinal do navio). A altura do pairado é aproximadamente 10-15 ft acima do convoo; e

c) Pouso: Fazer uma descida vertical para pousar. O helicóptero será fixado no convés através do sistema de bloqueio de plataforma a ser acoplado imediatamente após o desembarque, e tem o trem de pouso de nariz ou bequilha travado em 0° e freios aplicados.

A decolagem é geralmente realizada da seguinte forma:

a) Decolar; Decolagem vertical com a mesma proa do pouso. A altura do pairado é aproximadamente 10-15 ft acima do convoo; e

b) Transição: Voar de modo a evitar obstáculos até que o helicóptero esteja livre da superestrutura do navio e se afaste, ganhando altura.

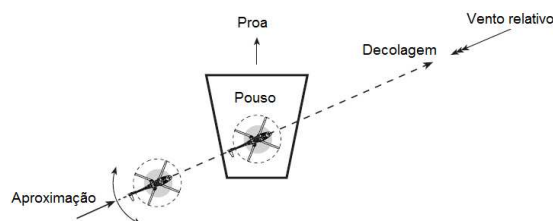


Figura 3 – Pouso e decolagem oblíqua. Adaptada de [Fang e Booij 2006]

2.4.3. Procedimento Cruzado (Cross-Deck)

O Procedimento Cruzado (cross-deck) é utilizado tanto durante as operações diurnas como noturnas, conforme ilustrado na Figura 4. A trajetória de voo de aproximação e pouso pode ser dividida em três segmentos distintivos, a saber:

a) Aproximação: Aproximar o navio do lado de sotavento em um ângulo de 90° com a linha central do navio;

b) Transição: Continuar o voo até a posição de pairado acima do convoo (nariz do helicóptero mantido num ângulo de 90° com a linha central do navio). A altura do pairado é aproximadamente 10-15 ft acima do convoo; e

c) Pouso: Fazer uma descida vertical, para o pouso.

A decolagem é geralmente realizada da seguinte forma:

a) Alinhamento: Se necessário, alinhar o helicóptero num ângulo de 90° com a linha central do navio; e

b) Decolagem e transição: Decolagem vertical, seguida de uma subida nesta posição e se afastar ganhando altura.

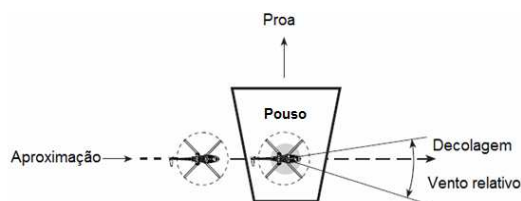


Figura 4 – Pouso e decolagem cruzada. Adaptada de [Fang e Booij 2006]

2.4.4. Pouso Mono

O seguinte procedimento adicional de pouso é usado para pousos mono de emergência durante o dia e a noite, conforme mostrado na Figura 5:

a) Aproximação: Aproximar do navio pela popa ao longo da linha central do navio até acima do ponto de pouso; e

b) Pouso: Fazer uma descida contínua para pousar.

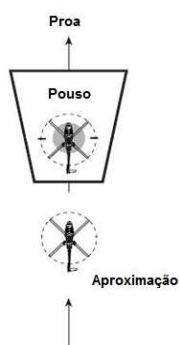


Figura 5 – Pouso mono. Adaptada de [Hoencamp 2015]

2.4.5. Procedimentos de Emergência

No caso de uma emergência em voo, a tripulação informará o navio, logo que possível, de que a aeronave está retornando para um pouso imediato. A chamada inclui, no mínimo: o tipo da emergência, intenções de pouso no navio ou no mar, hora estimada de chegada (*Estimated Time of Arrival* - ETA) e autonomia. Quando estiver voando usando óculos de visão noturna (*Night Vision Goggles* - NVG), a tripulação do He pode indicar um pedido de iluminação compatível.

2.4.5.1. Emergência de Pouso Imediato

Esta é uma emergência do tipo "pouse imediatamente" ou "pouse logo que possível", de acordo com o manual da aeronave. O helicóptero prosseguirá com o pouso depois de receber a autorização (luz verde no convoo), mesmo que o navio ainda não tenha tomado todas as precauções necessárias. Se a autorização de pouso não for recebida, o helicóptero deve pousar na água a uma distância segura, perto do navio.

2.4.5.2. Emergência de Pouso por Precaução

Esta é uma emergência do tipo "pouse logo que prático", de acordo com o manual da aeronave. O navio precisa de cerca de 10 minutos para que o helicóptero possa avançar para o pouso. A tripulação irá sempre considerar alternar para o litoral ou um aeroporto, se possível. Um "pouse logo que prático" pode ser atualizado para um pouso imediato a qualquer momento.

2.5. Avaliação de Risco dos Voos de Teste

Para minimizar o risco dos voos de teste, uma análise de risco deve ser realizada. A título de exemplo, uma análise de risco sumária para um ensaio de validação está na descrito abaixo. Em primeiro lugar, identificam-se os possíveis perigos e suas causas. Cada perigo é avaliado quanto ao seu efeito e oportunidade, para identificar o risco desse perigo se não forem tomadas medidas. Medidas de mitigação do risco são identificadas para reduzir o efeito do perigo, ou para reduzir a chance de o risco ocorrer. Para este exemplo, foram identificados dois perigos:

2.5.1. Análise de risco do primeiro perigo:

2.5.1.1. PERIGO: Colisão com a superestrutura do navio ou o mar.

2.5.1.2. CAUSA:

a) Distração causada pela coleta de dados e conversa entre os pilotos levando à redução de vigilância dos obstáculos; e

b) Campo de visão prejudicado.

2.5.1.3. EFEITO: Possível dano à aeronave e/ou risco à tripulação.

2.5.1.4. AÇÕES CORRETIVAS/PROCEDIMENTOS MITIGANTES:

a) Um dos dois pilotos de teste desempenha a função de piloto de segurança durante todo o teste. O piloto de segurança monitora a distância para qualquer obstáculo e assume o controle da aeronave quando necessário;

b) Um briefing de tripulação sobre os procedimentos de como proceder quando assumir o controle deve acontecer antes do início de cada voo. O briefing deve incluir os procedimentos fonia durante o voo; e

c) O Engenheiro de Voo, ou o 2P, auxilia na monitoração da distância segura dos obstáculos.

2.5.1.5. RISCO: O efeito é catastrófico e a chance improvável. Portanto, o risco é considerado como aceitável.

2.5.1.6. OBSERVAÇÕES: Nenhuma.

2.5.2. Análise de risco do segundo perigo:

2.5.2.1. PERIGO: Exceder os limites do motor/transmissão

2.5.2.2. CAUSA:

a) Manobra em condições de vento desfavoráveis; e

b) Distração causada pela coleta de dados e conversa entre os pilotos levando à redução de monitoramento dos instrumentos.

2.5.2.3. EFEITO: Danos à aeronave ou redução da disponibilidade devido à manutenção não-programada.

2.5.2.4. AÇÕES CORRETIVAS/PROCEDIMENTOS MITIGANTES:

a) Um dos dois pilotos de teste desempenha a função de piloto de segurança durante todo o teste. O piloto de segurança monitora os instrumentos para assegurar que nenhum limite seja excedido;

b) O Engenheiro de Voo, ou o 2P, monitora os instrumentos para assegurar que nenhum limite seja excedido; e

c) O vento relativo é monitorado pela equipe de teste a bordo do navio.

2.5.2.5. RISCO: O efeito é crítico e a chance é remota. Portanto, o risco é considerado como aceitável.

2.5.2.6. OBSERVAÇÕES: Nenhuma.

Com as medidas de redução de risco, haverá um risco residual durante o voo de teste para o perigo identificado, conforme indicado na Figura 6. O risco total do voo de teste é o maior risco declarado.

	Catastrófico	Crítico	Marginal	Negligenciável
Frequente				
Provável				
Ocasional	<i>Inaceitável</i>	<i>Indesejável</i>	<i>Aceitável</i>	
Remoto		2		
Improvável	1			

Figura 6 – Avaliação de Risco

A Figura 6 mostra que, neste exemplo, considerando os perigos envolvidos, o risco é avaliado como ACEITÁVEL.

2.6. Avaliação do Controle

A avaliação do controle é realizada observando as margens disponíveis de torque, pedal e cíclico. Na Tabela 1 pode-se ver a escala TPC (torque, pedal, cíclico) de cinco níveis (1, 2, 3, 4 e 5) usada. O valor da escala mais limitado entre o torque, pedal e cíclico é usado para avaliar a decolagem ou pouso, como descrito em [Fang e Booij 2006].

Tabela 1 – Escala TPC para os parâmetros de controle do helicóptero. Adaptado de NATO (2003)



Escala TPC	Média %	Pico %
Torque		
1/2	< 95	< 105
3	95-98	105-110
4	99-100	111-115
5	> 100	> 115
Posição do Pedal (Ddn)		
1/2	> 12	> 10
3	12-10	10-5
4	9-5	4-1
5	< 5	0
Posição do Cíclico a vante / a ré		
1/2	> 20	> 10
3	20-16	10-15
4	15-14	14-2
5	< 14	< 2

2.7. Esforço do Piloto

Ao estabelecer envelopes de vento, é usado um sistema de classificação subjetiva chamado *Deck Interface Pilot Effort Scale* [DIPES]. A classificação DIPES descreve a carga de trabalho do piloto em relação ao nível de desempenho alcançado, onde DIPES 1 indica carga de trabalho ligeira a moderada e DIPES 5 representa carga de trabalho extrema. As classificações DIPES de 1, 2 e 3 são consideradas aceitáveis, DIPES 4 e 5 são consideradas inaceitáveis e eliminariam um dado ponto do envelope de vento para a combinação navio / helicóptero sendo testada, como descrito em [Hoencamp 2015]. A Figura 7 amplia essas definições.

Esforço	Pilotagem	DIPES
Leve a moderado	Uma razoável compensação é requerida. A precisão em direção e posicionamento é consistentemente mantida por toda a operação. Pilotos padrão terão suficiente capacidade para conduzir a tarefa.	1
Considerável	Uma significativa compensação é requerida. A precisão em direção e posicionamento ocasionalmente degrada durante picos no movimento do navio, turbulência ou "spray" do mar. Pilotos padrão terão dificuldade, mas poderão conduzir a tarefa.	2
Limite da Tolerância	A mais alta compensação tolerável. A precisão em direção e posicionamento é regularmente degradada durante picos no movimento do navio, turbulência ou "spray" do mar.	3
ACEITÁVEL		
INACEITÁVEL		
Excessivo	Uma excessiva compensação é requerida. A precisão fica comprometida em um ou mais eixos. Os pilotos simplesmente reagem aos estímulos externos mais do que os prevêm. Pode não ser possível abortar a operação se houver algum problema com o sistema do helicóptero ou do navio. Pilotos padrão não são capazes de repetir os procedimentos de modo seguro.	4
Perigoso	Uma compensação extrema é requerida. Não é possível repetir os procedimentos mesmo sob condições de teste com uma tripulação completamente proficiente.	5

Figura 7 – Escala DIPES. Adaptada de [Hoencamp 2015]

2.8. Determinação do EVC

A metodologia apresentada em [NATO 2003] e [Hoencamp 2015] deve ser seguida de modo completo quando uma nova aeronave for operar em um novo navio. Quando alguma informação estiver disponível do helicóptero ou do navio, ou seja, um navio que tenha passado por uma campanha de validação de EV e esteja operando com He de forma satisfatória, não terá a necessidade de seguir todos os passos da metodologia citada para obter o EVC, podendo obtê-lo por similaridade.

O NDM Bahia, por ser um navio que operava diversas aeronaves na Marinha de origem, já possuía EV para essas aeronaves. Assim, o fato de o navio operar com outras aeronaves anteriormente permitiu que os três primeiros passos da metodologia pudessem ser suprimidos do processo de validação dos envelopes das aeronaves que serão operadas na MB. A vantagem desse procedimento é a rapidez e economia de recursos. A desvantagem é não poder ser garantida a máxima flexibilidade.

Na Marinha do Brasil, o NDM Bahia (ver Figura 8) opera com as seguintes aeronaves: AH-11A Lynx, UH-12/13 Esquilo, UH-14 Super Puma, UH-15 Super Cougar, SH-16 Seahawk e IH-6B Bell Jetranger.

Para a campanha de validação, foram utilizados os EVC obtidos por similaridade. Para as aeronaves AH-11A, UH-14 e UH-15, que já operavam no navio, foram utilizados os envelopes que vieram com o navio reduzidos em 10% em intensidade. O EVC para a aeronave UH-12/13 teve origem em um envelope de uma aeronave similar que operava no navio, reduzido em 20%. Para a aeronave SH-16, foi utilizado como EVC um envelope de operação desta aeronave em um navio similar ao NDM Bahia. Para a aeronave IH-6B foi usado um envelope da doutrina do Esquadrão como EVC.

2.9. O NDM Bahia

A Figura 8 apresenta o NDM Bahia com destaque para a região dos convoos. O navio possui dois convoos, convoo A e convoo Z. O convoo A possui, além do espote A, mais quatro espotes, os espotes 1, 2, 3 e 4. O convoo Z possui somente o espote Z.



Figura 8 – O NDM Bahia

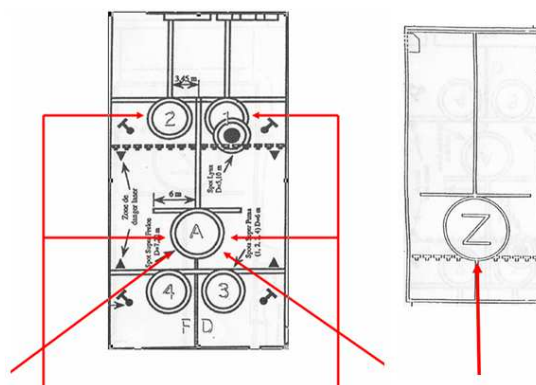


Figura 9 – Entradas utilizadas pelas aeronaves

A Figura 9 apresenta a ilustração das entradas para os espotes utilizadas pelas aeronaves no NDM Bahia. Nessa campanha não foram utilizados os espotes 3 e 4 do convoo A.

2.10. Ensaio no Mar

Será utilizado como exemplo da metodologia de obtenção do EV, o EVC de uma das aeronaves que operam no NDM Bahia. O EVC é a intersecção das limitações de todas as entradas descritas na Figura 9, isto é, vai existir apenas um EV para cada aeronave.

Não houve piloto de testes ou engenheiro de voo nos helicópteros durante os testes. Os helicópteros não foram instrumentados. A presença do piloto e do engenheiro, assim como a instrumentação, são necessários quando não existe nenhum conhecimento do navio e da aeronave e a máxima flexibilidade é o objetivo.

Para o teste, é elaborada uma planilha com os pontos de ensaio. O teste é interativo, dependendo do reporte do piloto, a equipe de testes em terra analisa a planilha de testes, suprimindo ou acrescentando pontos de ensaio, determinando assim o tamanho do avanço em intensidade de vento e em direção. A Figura 10 apresenta o EVC para essa aeronave. Usando o EVC, são definidos os pontos de ensaio, que fazem parte de uma planilha de testes, que indicará

o espote a ser usado e a direção e intensidade do vento. Partindo do centro do EVC em direção a ventos mais fortes, o resultado de cada ponto de ensaio é avaliado e, caso o DIPES tenha sido 1 ou 2, o teste prossegue para ventos mais fortes nessa direção. Caso o DIPES tenha sido maior ou igual a 3, não se avança mais nessa direção. Quando for atingido o limite do EVC em uma direção, também não se prossegue mais, mesmo se o DIPES tenha sido sempre 1 nessa direção.

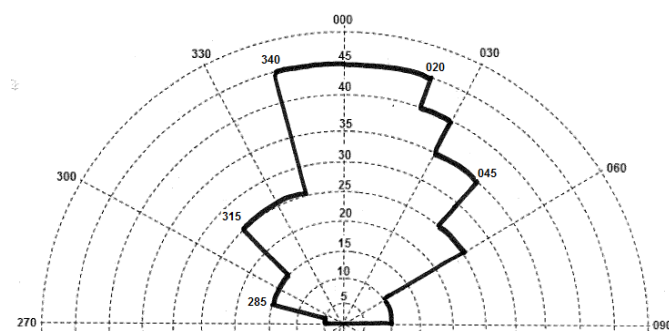


Figura 10 – Envelope de Vento Candidato

3. Resultados

A Figura 11 apresenta os pontos de ensaio realizados, isto é, os pontos onde o helicóptero realizou os ensaios.

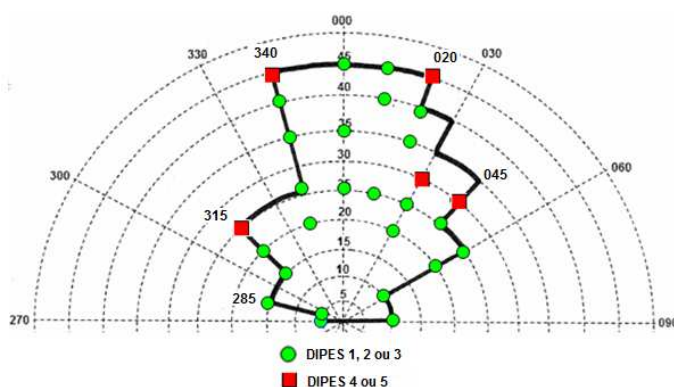


Figura 11 – Pontos de Ensaio

A Figura 12 apresenta o EV validado e a área excluída do EVC. As áreas correspondendo aos DIPES 1, 2 e 3 são as áreas validadas, que constam do EV. As áreas com DIPES 4 ou 5 foram aquelas excluídas do EVC.

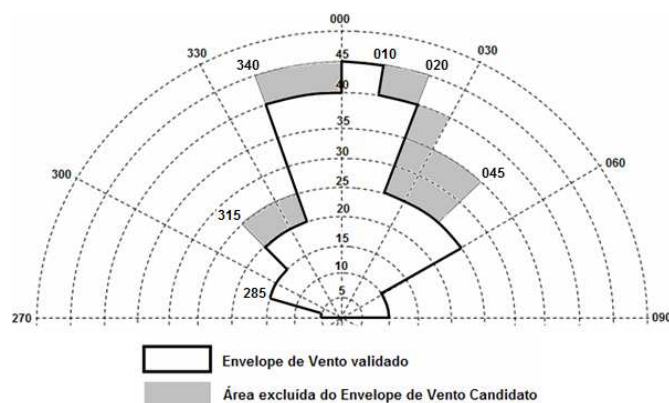


Figura 12 – Envelope de Vento validado

4. Discussão

O procedimento de teste no mar de EVC para a determinação do EV apresentado aqui cobre os três últimos passos da metodologia de obtenção do EV para um binômio navio-helicóptero. A metodologia apresentada em [NATO 2003] e [Hoencamp 2015] deve ser seguida de modo completo quando uma nova aeronave for operar em um novo navio. Quando alguma informação estiver disponível do helicóptero ou do navio, ou seja, um navio que tenha passado por uma campanha de validação de EV e esteja operando com He de forma satisfatória, não terá a necessidade de seguir todos os passos da metodologia citada para operar com novas aeronaves, como mostrado no exemplo utilizado no NDM Bahia. O trabalho mostrou que a partir da adaptação, por similaridade, dos EV existentes podem ser construídos EVC para novas aeronaves com redução no tempo de campanha, horas de voo de ensaios e custo para a implementação dos novos EV.

5. Conclusões

O uso de uma metodologia científica para a determinação de Envelopes de Vento assegura que o binômio navio-helicóptero operará com a máxima flexibilidade e segurança possíveis. Entretanto, é possível realizar uma adaptação na metodologia já consagrada não tendo a necessidade de seguir todos os seis passos da mesma para um navio operar com novas aeronaves, o que resulta em redução no tempo de campanha, horas de voo de ensaios e custo para a implementação dos novos EV que, apesar de satisfatórios, não são os que permitiriam a máxima flexibilidade de operação. Dessa forma, o trabalho apresentou um exemplo de construção dos EVC por similaridade e a campanha conduzida a bordo do NDM Bahia da Marinha do Brasil para validação de Envelopes de Vento, tendo como base a adaptação na metodologia já consagrada, e como resultado final dessa campanha, os Envelopes de Vento validados para as aeronaves que já operavam no NDM Bahia na França, e para as outras, os EV ampliados a partir do HOSTAC.

Referências

- Hoencamp, A., Lee, D., Pavel, M.D., Stapersma, D. (2014) Lessons Learned from NH90 NFH Helicopter-Ship Interface: Testing across the Entire Dutch Fleet. European Rotorcraft Forum 40th. Southampton.
- Hoencamp, A. (2015) Helicopter-Ship Qualification Testing: The Theory and Application of a Novel Test Methodology Optimizing for Cost and Time Efficiency. Dissertação (Doutorado), Universidade de Tecnologia de Delft.
- HOSTAC, Helicopter Operations from other than Aircraft Carriers. (2001) Number APP 2(F)/MPP 2(F), Volume I, Change 9.
- NATO, North Atlantic Treaty Organisation. (2003) Helicopter/Ship Qualification Testing. RTO-AG-300, Vol. 22.
- Fang, R., Booij, P. (2006) Helicopter - Ship qualification testing, the Dutch clearance process. National Aerospace Laboratory NLR. Amsterdam.