
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº ET-3000.00-1300-98A-P4X-001						
	CLIENTE:			FOLHA 1 de 21					
	PROGRAMA:								
	ÁREA:								
DP&T-SUP	TÍTULO: ESTUDO PARA USO SEGURO DE HELIDEQUES			NP-1 ESUP					
ÍNDICE DE REVISÕES									
REV	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	ORIGINAL								
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	25/01/2017								
PROJETO	ESUP								
EXECUÇÃO	MAURO D								
VERIFICAÇÃO	MAJEROWICZ								
APROVAÇÃO	PAOLO								
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.									
FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N-381-REV.L.									

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	4
2.	OBJETIVOS	4
3.	ESCOPO DO ESTUDO	5
A.	Envelope de operação do helideque.....	5
B.	Ajuste no arranjo da Instalação com impacto na operação do helideque	5
C.	Avaliação das alternativas de posicionamento do helideque.....	5
4.	ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES.....	5
5.	DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA.....	7
6.	ASPECTOS RELEVANTES DA ANÁLISE	8
7.	REQUISITOS DE SOFTWARE.....	8
8.	CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS.....	8
9.	METODOLOGIA DO ESTUDO	8
9.1.	Seleção de Cenários.....	8
9.2.	Dados de Entrada.....	9
9.3.	Modelagem de CFD	10
9.4.	Resumo dos Resultados	12
9.5.	Ensaio Experimentais.....	12
10.	REQUISITOS PARA AS REUNIÕES DE ACOMPANHAMENTO.....	12
10.1.	Considerações Gerais.....	12
10.2.	Reunião de Planejamento.....	13
10.3.	Reunião de Análise da Documentação	13
10.4.	Reunião de Premissas e de Metodologia	14
10.5.	Reuniões de Acompanhamento e Validação	14
10.6.	Reunião de Apresentação do Relatório Final – Versão Preliminar	15
11.	RELATÓRIOS DO ESTUDO.....	15
11.1.	Relatório Parcial	16



11.2. Relatório final.....	16
12. PRAZOS.....	16
13. CAPACITAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	17
14. APLICAÇÃO DA LISTA DE VERIFICAÇÃO (LV).....	17
15. SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO.....	17
16. ANEXOS	17
ANEXO A – EXEMPLOS DE RESULTADOS DE VELOCIDADES.....	18
ANEXO B – EXEMPLO DE RESULTADOS DE TEMPERATURA E TGM	20
ANEXO C – EXEMPLO DE ENVELOPE DE OPERAÇÃO.....	21

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1300-98A-P4X-001	REV. 0
	PROGRAMA	FOLHA: 4 de 21	
	TÍTULO:	ESTUDO PARA USO SEGURO DE HELIDEQUES	
			ESUP

1. INTRODUÇÃO

As operações de pouso e decolagem no helideque de uma Unidade Estacionária de Produção Offshore (UEP) estão sujeitas a uma série de riscos potenciais devido a efeitos ambientais, dentre os quais, pode-se citar: baixa visibilidade, direções de vento desfavoráveis, possibilidade de turbulências promovidas por obstáculos e gases quentes de exaustão de equipamentos, além de movimentos do helideque em Unidades flutuantes devido à ação de ondas.

O estudo para uso seguro de helideques, da forma como definido nesse documento é uma análise de consequências empregada para avaliar os efeitos do ponto de vista de distribuição espacial de velocidades e temperaturas para a manobrabilidade de helicópteros nas proximidades do helideque de uma UEP. Na execução do estudo devem ser atendidos os requisitos constantes na diretriz DR-ENGP-II-P1-5.1-R.3 (Critérios Gerais para Arranjo de Unidades de Produção).

A homologação de helideques em embarcações e plataformas marítimas é normatizada pela Marinha do Brasil, realizada por meio da norma NORMAM-27/DPC, entretanto, a mesma não estabelece critérios quantitativos de aceitação em relação à turbulência ou variação de velocidades, ou mesmo da avaliação de efeitos térmicos resultantes de sistemas que emitem gases quentes na UEP.

Em relação aos limites de velocidade e turbulência, a autoridade aeronáutica civil britânica (CAA- Civil Aviation Authority), em sua recomendação denominada CAP 437 (*Standards for Offshore Helicopter Landing Areas*) estabelece como regra geral, limites máximos de desvio padrão da velocidade vertical, parâmetro também usado pela norma NORSOK C-004 (*Helicopter Deck on Offshore Installations*). A forma de apresentação desse parâmetro será detalhada na metodologia desse documento.

Com respeito à presença de gases quentes sobre o helideque, segundo a CAP 437 e a norma NORSOK C-004, a elevação de temperatura máxima sobre o espaço aéreo do helideque deve ser inferior a 2°C acima da temperatura ambiente. Quando esse critério não for atendido, avaliar a Matriz de Gradiente de Temperatura (TGM - *Temperature Gradient Matrix*), um método proposto pela NORSOK e que será detalhado na metodologia desse documento.

Em resumo, o projeto ou avaliação de helideques deve respeitar as normas NORMAM-27/DPC, NORSOK-C004 e a recomendação CAP 437. Esta Especificação Técnica (ET) se destina a orientar o desenvolvimento da execução do estudo de turbulência no espaço aéreo do helideque, além de guiar a elaboração do seu respectivo relatório e a apresentação dos resultados.

2. OBJETIVOS

Esta Especificação Técnica (ET) tem os seguintes objetivos:

- Definir escopo, metodologia e critérios para realização do estudo para uso seguro de helideques, do ponto de vista de distribuição espacial de velocidades e temperaturas para as fases de projeto básico, Front End Engineering Design (FEED), projeto executivo e operação assistida da Unidade Estacionária de Produção Offshore, doravante designada como Instalação. Esta ET poderá ser utilizada opcionalmente como guia na fase operação da Instalação por ocasião da revisão do estudo;
- Orientar a dinâmica para o planejamento, desenvolvimento e acompanhamento do estudo pelas partes envolvidas e a sua aprovação final;
- Definir a padronização, o conteúdo e os requisitos mínimos para apresentação do relatório do estudo e dos resultados.

3. ESCOPO DO ESTUDO

O estudo deve avaliar a turbulência promovida por obstáculos da Instalação e a distribuição de temperaturas decorrentes dos cenários de emissões de descargas operacionais e emergenciais de gases quentes para fornecer informações consistentes para o projeto de posicionamento (coordenadas - x,y,z) adequado do helideque e determinar condições ambientais e operacionais limites para a operação segura de aproximação, pouso e decolagem.

Estas avaliações devem ser realizadas a partir de simulações efetuadas com o uso de ferramentas de fluidodinâmica computacional (*Computational Fluid Dynamics - CFD*) complementados por experimentos com modelos em escala reduzida em túnel de vento quando necessário.

A partir de análise das simulações e/ou experimentos realizados devem ser apresentados os seguintes resultados:

A. Envelope de operação do helideque

Estimar o envelope de condições seguras para operações de aproximação, pouso e decolagem de helicópteros considerando os critérios supracitados.

Se o envelope resultante indicar restrições na operação do helideque, as alternativas B e/ou C devem ser consideradas e validadas por novas simulações e/ou experimentos.

B. Ajuste no arranjo da Instalação com impacto na operação do helideque

Definir o melhor posicionamento de obstruções ao escoamento (casario, equipamentos, antenas, etc.) bem como de chaminés e dutos de descarga de gases em relação ao helideque na embarcação por meio da avaliação da influência destes sobre o espaço aéreo do helideque dos seguintes itens:

- Perfil de velocidades em termos de valores médios e estimativa de suas flutuações;
- Temperatura dos gases quentes das descargas de chaminés de máquinas, como motores de combustão interna e turbinas de acionamento de geradores e compressores;

C. Avaliação das alternativas de posicionamento do helideque

Definir o melhor posicionamento do helideque na embarcação por meio da avaliação da influência sobre o espaço aéreo sobre o helideque dos seguintes itens:

- Perfil de velocidades em termos de valores médios e estimativa de suas flutuações;
- Temperatura dos gases quentes das descargas de chaminés de máquinas, como motores de combustão interna e turbinas de acionamento de geradores e compressores;

Nota: Não faz parte do escopo do estudo os efeitos decorrentes da movimentação da Instalação.

4. ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES

Para efeitos desta especificação devem ser consideradas as seguintes abreviaturas e definições:

Abreviaturas:

CAA – *Civil Aviation Authority*

CFD – *Computational Fluid Dynamics* – Fluidodinâmica Computacional

ET – Especificação Técnica

FEED – *Front End Engineering Design*

SIGEM - Sistema Integrado de Gerenciamento de Empreendimentos

TGM – *Temperature Gradient Matrix* – Matriz de gradiente de temperatura

UEP – Unidade Estacionária de Produção

WHRU - *Waste Heat Recovery Unit* – Unidade de Recuperação de Calor

Definições:

Cenário – É um uma condição de operação do helideque que envolve uma condição ambiental específica (direção e velocidade de vento), configuração física e de operação da Instalação que possa afetar a segurança operacional do helideque;

Descarga - Liberação prevista de gás de um sistema fechado, diretamente para a atmosfera;

Envelope de operação – Gráfico em coordenadas polares de velocidades e direções de vento que, a partir dos resultados de simulações em CFD, permitem indicar as condições de segurança (Normal, Atenção e Risco) para as operações de aproximação, pouso e decolagem de aeronaves as quais devem ser comunicadas aos pilotos.

Espaço aéreo do helideque – Região do espaço na qual se espera que os helicópteros operem e na qual serão aplicados os critérios de projeto citados nesta ET. Consiste em um cilindro cuja base circunscreve o helideque e a altura, acima do helideque, corresponde a 10 metros somados à altura entre o trem de pouso e o rotor, e ao diâmetro do rotor do maior helicóptero que irá operar no helideque.

Esteira - região do escoamento a jusante de obstáculos com perturbações no campo de velocidades provocadas pelos mesmos;


Executante do estudo – É a responsável pela execução do estudo de uso seguro do helideque, podendo ser uma empresa contratada, seja pela Projetista ou pela Petrobras, a própria Projetista ou ainda um órgão interno da Petrobras;

Pluma – Representação tridimensional, em vistas ou cortes, de resultados de simulação de descargas de gases quentes representados na forma de isosuperfície ou curvas de nível de temperatura;

Partes Envolvidas – São a Projetista, a Executante do estudo e/ou a Petrobras envolvidas na elaboração ou acompanhamento do estudo para uso seguro de helideques;

Projetista - empresa responsável pela elaboração do projeto de engenharia, seja este: projeto conceitual, projeto básico, FEED ou projeto executivo, podendo ser a própria Petrobras ou empresa contratada para realização do projeto;

Turbulência – Escoamento caracterizado pela difícil previsibilidade do movimento das partículas fluidas, em particular, pela aleatoriedade das flutuações do campo de velocidades.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1300-98A-P4X-001	REV. 0
	PROGRAMA	FOLHA: 7 de 21	
	TÍTULO: ESTUDO PARA USO SEGURO DE HELIDEQUES	NP-1	
		ESUP	

5. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

Como insumos para a elaboração do estudo, devem ser considerados os seguintes documentos, em sua revisão mais atualizada e com status de LIBERADO ou LIBERADO COM COMENTÁRIOS pela PETROBRAS no SIGEM ou outro sistema eletrônico de gerenciamento de documentos definido em contrato. A revisão de cada documento a ser utilizado deve estar claramente indicada no relatório da análise.

- a) Desenhos de arranjo;
- b) Modelo 3D da Instalação;
- c) Folhas de dados de equipamentos que emitam gases quentes (FDs);
- d) Dados Meteorológicos;
- e) Lista de equipamentos;

Documentos adicionais devem ser fornecidos para a identificação de outros aspectos relevantes, tais como:

- Indicação da localização das descargas dos equipamentos de combustão interna (turbinas e motores);
- Indicação do tipo de piso que separa os *decks* para módulos nas vizinhanças do helideque (chapa ou piso gradeado).

Bibliografia de referência para o estudo:

- Silva, D.F.C; Pagot, P.R, Nader, G.; Jabarto, P.J.S. – *CFD Simulation and wind tunnel investigation of a FPSO offshore helideck turbulent flow*, Proceedings of the ASME 2010 29th conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering OMAE2010;
- NORMAM – 27/DPC – Normas da autoridade marítima para homologação de helideques instalados em embarcações e em plataformas marítimas, 2011.
- ICAO Doc 9261 – NA/903 – *Heliport Manual*, third edition, 1995
- DNV-RP-C205 - *Environmental Conditions and Environmental Loads*
- ICAO ANNEX 14-3, *International standards and Recommended Practices*, Annex 14,, Aerodromes, Volume II Heliports, 2009
- CAP 437 -, *Standards for Offshore Helicopter Landing Areas*, 8th Ed. UK Civil Aviation Authority 2016.
- NORSOK Standard C-004 - *Helicopter deck on offshore installations*, Edition 2, May 2013.
- *Supporting document to NORSOK Standard C-004, Edition 2, May 2013, Section 5.4 Hot air flow*
- Pagot, P.R., Silva, D.F.C.; *Air Velocity and Temperature in the Offshore Helideck Design*, IBP2958_10, Rio Oil & Gas Expo and Conference 2010.

6. ASPECTOS RELEVANTES DA ANÁLISE

O estudo turbulência sobre helideques deve levar em conta no mínimo os seguintes aspectos que influenciam na análise:

- A geometria e arranjo físico da região ao redor do helideque;
- As condições ambientais a serem utilizadas nas simulações;
- As condições de descarga para o ambiente (taxas de descarga e temperatura dos gases);
- O congestionamento das áreas na vizinhança do helideque por equipamentos, estruturas e tubulação entre outros itens.

7. REQUISITOS DE SOFTWARE

O estudo para uso seguro de helideques deve obrigatoriamente ser desenvolvido com o uso de ferramentas de CFD para a condução das simulações.

Programas de CFD de propósito geral podem ser adotados (Fluent, CFX ou STAR-CCM+). Outros programas devem ser previamente autorizados pela Petrobras antes de serem utilizados nas simulações.

8. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

As condições meteorológicas a serem utilizadas no estudo devem ser as da locação final da Instalação.

A velocidade de vento mais frequente deve ser obtida da média ponderada dos valores de velocidades mais frequentes em cada uma das oito direções. A ponderação é realizada pelo número de ocorrências de cada velocidade mais frequente considerada no cálculo. Quando os valores de frequência ou número de ocorrências forem fornecidos por faixas de velocidades, utilizar o valor médio da faixa de velocidades.

O relatório do estudo deve apresentar uma tabela com as direções do vento, velocidades de cada direção de vento, bem como condição de calmaria, quando pertinente; além de todas as considerações e premissas adotadas para as simulações.

9. METODOLOGIA DO ESTUDO

A metodologia a ser adotada no estudo de turbulência em helideques deverá atender aos requisitos das normas vigentes, complementados pelos requisitos contidos nessa ET.

A metodologia para a elaboração do estudo deve seguir as etapas descritas nessa especificação técnica. Qualquer desvio em relação à metodologia deverá ser apresentado para análise e validação prévia por parte da Petrobras. As seguintes etapas devem ser realizadas no desenvolvimento do estudo:

9.1. Seleção de Cenários

A seleção dos cenários a serem avaliados no estudo deve ser realizada com base nos seguintes aspectos:

9.1.1. Relacionados à Turbulência Promovida por Obstáculos da instalação

As análises de turbulência devem ser realizadas para diversas direções de incidência de vento. A partir da direção de vento mais frequente na Instalação, obtida de acordo com a especificação técnica de condições meteorológicas locais, devem ser analisadas variações de direção com incremento de até 45°,

com refinamento de 15° ao redor de orientações relativas de vento onde exista expectativa de ocorrência de esteira de obstáculos sobre o espaço aéreo do helideque.

Em Instalações com ancoragem tipo *turret* com área vélica significativa, deve ser analisado o cenário de vento alinhado com o eixo longitudinal da plataforma, além de variações ao redor dessa direção de até 60°, com incrementos de 15°, para bombordo e boreste.

Levando em consideração o arranjo da plataforma e simetria de obstáculos, reduções no número de direções de vento a serem analisadas podem ser realizadas mediante justificativas técnicas e aprovação da Petrobras.

A intensidade de vento para as análises de turbulência de obstáculos deve ser limitada a no máximo 15m/s (aproximadamente 30 nós) a 10 m de altura em relação ao nível médio do mar, pois mais de 99% dos dados de ventos (representativos de 1h) medidos nas Bacias de Campos e Santos encontram-se abaixo desse valor. A intensidade de vento a 10 m de altura é um valor de referência, na prática as velocidades no espaço aéreo do heliponto são usualmente superiores a esse valor.

9.1.2. Relacionados à Presença de Pluma Térmica

As análises de pluma de gases quentes devem ser conduzidas levando em consideração direções de vento que conduzam aos cenários de presença de gases exaustos para o espaço aéreo do helideque. Esse cenário geralmente está relacionado às chaminés de módulos de turbogeradores da plataforma, porém, os demais módulos e equipamentos (exemplo geradores de emergência ou auxiliares e bombas de combate a incêndio, etc.) também devem ser considerados na identificação de potenciais fontes de gases quentes. Pode haver mais de uma pluma térmica gerada por diferentes equipamentos da instalação.

A direção de vento principal a ser considerada para essa análise deve ser tal que leve o centro da pluma a passar pelo centro do espaço aéreo do helideque. Além dessa direção, devem ser analisadas variações da mesma, até que não se observe mais influência significativa da pluma térmica sobre o espaço aéreo do helideque e sobre a possível trajetória de aproximação dos helicópteros.

Na avaliação de plumas térmicas, o deslocamento da pluma depende principalmente de efeitos de empuxo (que tende a deslocar a pluma na direção vertical) e advecção (que tende a deslocar a pluma na direção do vento incidente). Por essa razão, deve ser verificada a velocidade de vento correspondente à condição mais crítica, ou seja, que potencializa a presença de gases quentes sobre o helideque.

As condições de temperatura de exaustão devem ser obtidas com base em dados de processo, mais uma vez buscando a condição mais crítica, tendo em vista aspectos como número de turbogeradores em operação e regime de operação das máquinas. Em Instalações com sistema de recuperação de calor (WHRU), deve-se considerar esse sistema inoperante para avaliação das plumas térmicas.

Levando em consideração o arranjo da plataforma e simetria de obstáculos, reduções no número de direções de vento a serem analisadas podem ser realizadas mediante justificativas técnicas e aprovação da Petrobras.

9.2. Dados de Entrada

Para a determinação das condições meteorológicas, temperaturas e vazões de exaustão de gases e demais dados a serem utilizados no estudo, somente devem ser empregados dados de projeto atualizados. Todos os documentos usados como referência para obtenção dos dados devem ser indicados no item de documentos de referência do relatório com as respectivas revisões.

Todos os casos simulados deverão ter as respectivas informações das propriedades físico-químicas dos fluidos apresentadas no relatório, devendo, no mínimo, ser indicadas: massa específica, viscosidade,

modo de operação e demais propriedades que permitam rastrear a origem e pertinência das informações utilizadas. Esses dados deverão ser fornecidos pela Projetista e apresentados para análise e validação por parte da Petrobras antes de serem utilizados nas simulações. A validação dos dados de processo deve ser realizada por profissionais com experiência comprovada envolvidos no projeto.

É responsabilidade da Projetista o fornecimento dos dados de entrada confiáveis a serem utilizados nas simulações, portanto, qualquer incorreção detectada que impacte os resultados e que requeiram novas simulações serão de responsabilidade da mesma. Em caso de mudanças no projeto solicitadas formalmente pela Petrobras, como alteração em composição dos fluidos produzidos ou aumento/redução de capacidade da planta que impactem o estudo, será responsabilidade da Petrobras.

9.2.1. Perfil de Vento

A velocidade de vento deve ser representada por um perfil de camada limite típico sobre o oceano. Dependendo da locação a ser considerada, um perfil baseado em uma lei de potência conforme recomendação prática DNV-RP-C205, pode ser empregado. As considerações para adoção de determinado perfil de vento devem ser acordadas com a Petrobras.

9.2.2. Dados de Processo

Para avaliação de efeitos de pluma térmica sobre o helideque, é necessário estabelecer quais condições de processo levarão à operação com a criticidade em análise. A partir do estabelecimento do cenário operacional, deve-se levantar os dados de temperatura, vazão e composição de gases quentes na exaustão de módulos de geração e outros equipamentos. Os dados de processo devem ser fornecidos pela Projetista e validados com participação da Petrobras antes da realização das simulações.

9.3. Modelagem de CFD

A Executante do estudo deve apresentar o detalhamento das opções de modelagem adotadas no programa de CFD. Definições da malha, domínio, modelos de turbulência, condições de contorno, convergência devem ser apresentados e justificados.

Deve ser apresentado um estudo de refino de malha e seus impactos na avaliação das variáveis de interesse sobre o helideque, contando pelo menos com perfis de velocidade, temperatura e energia cinética de turbulência.

A modelagem de CFD visa caracterizar o ambiente a ser enfrentado pela aeronave durante as operações de aproximação, pouso e decolagem na instalação offshore, assim sendo, a presença da aeronave em si não é considerada diretamente na modelagem, mas somente os campos de velocidade (turbulência) e temperatura (pluma térmica) ao redor do helideque.

O perfil de velocidades e turbulência a montante da UEP resultante do modelo de simulação empregado devem ser apresentados. As variações do perfil de velocidade em relação ao perfil imposto na entrada do domínio devem ser avaliadas. O perfil de turbulência, representado pela energia cinética da turbulência, deve ser coerente com dados de literatura científica citada no item 5.

A modelagem de CFD deve ser validada junto à Projetista com participação da Petrobras antes da realização das simulações.

9.3.1. Requisitos para Geometria

O modelo geométrico de CFD deve se basear no modelo 3D mais atualizado disponível para a Instalação ou deve ser construído com base na geometria real da unidade em análise, quando existente.

Na fase de projeto de detalhamento, é fundamental que o grau de detalhamento do modelo de CFD nas vizinhanças da região do helideque seja próximo à realidade da unidade na condição operacional (as-built). De forma geral, deve-se representar todos os detalhes com dimensões principais superiores a um metro nas redondezas do helideque.

9.3.2. Análise de Resultados de Simulação em CFD

Existe uma série de critérios internacionais para avaliação da influência das condições ambientais sobre a disponibilidade do helideque. Conforme mencionado anteriormente, a recomendação CAP 437 e a norma NORSOK C-004 são amplamente empregadas nesse tipo de análise.

Nessa seção são descritas a forma de análise desejada para comparação dos resultados de simulação com os critérios normativos a seguir:

9.3.2.1. Critérios de Turbulência (Campo de Velocidades)

Existe uma grande dificuldade para caracterização da turbulência sobre um helideque de forma expedita. Estudos técnicos-científicos realizados pelo CAA correlacionam o desvio padrão de velocidade vertical (sw) com uma medida de dificuldade de manobra de aeronaves, indicando um valor limítrofe de 1,75 m/s no espaço aéreo do helideque como uma boa métrica para avaliar a relevância da turbulência. De acordo com próprio CAA, esse valor leva em consideração alguma margem de segurança, tendo em vista que o limite superior indicado nos experimentos foi de 2,4m/s, valor considerado limite máximo pela NORSOK C-004.

Além de flutuações temporais do campo de velocidades, alguns ensaios sugerem a influência da variação espacial do campo de velocidades, propondo que a velocidade horizontal (U) deva respeitar a variação de até 20% em relação à velocidade incidente em uma região não perturbada por obstáculos (U_0). Essa variação pode ser calculada através da diferença absoluta entre a velocidade máxima ou mínima no helideque e a velocidade do escoamento (ΔU).

Assim sendo, os critérios de avaliação de turbulência podem ser resumidos conforme Tabela 1. De forma geral, recomenda-se a avaliação dessas variáveis em um ponto a 5 m de altura em relação ao centro do helideque. Para as direções mais críticas devem ser apresentados os perfis de sw e U (velocidade horizontal) em linhas a 5m e 10m de altura em relação ao helideque e transversais à direção do vento incidente. A apresentação dos resultados do campo de velocidades em forma de planos transversais e paralelos ao helideque também é necessária.

Tabela 1 – Critérios de avaliação de turbulência.

Critério	Variável	Normal	Atenção	Risco
Varição Temporal da Velocidade Vertical	sw (m/s)	Inferior a 1,75	Entre 1,75 e 2,4	Superior a 2,4
Varição Espacial da Velocidade Horizontal	ΔU (m/s)	Inferior a $0,1U_0$	Entre $0,1U_0$ e $0,2U_0$	Superior a $0,2U_0$

9.3.2.2. Critérios de Pluma Térmica (Campo de Temperaturas)

A recomendação para avaliação de pluma térmica de forma quantitativa é feita com a verificação de um limite máximo de elevação de temperatura de 2°C em relação à temperatura ambiente, conforme CAP 437 e NORSOK C-004. Para análise de resultados deve-se primeiramente analisar a extensão das plumas com temperatura acima desse limite.

Caso existam regiões que violem esse critério sobre o espaço aéreo do helideque, deve-se partir para uma análise por meio da TGM, conforme proposto na NORSOK C-004 Edition 2, May 2013, Section 5.4 *Hot air flow*. Para cada pluma térmica, devem ser geradas as matrizes de gradiente de temperatura previstas no documento.

A avaliação via TGM parte do princípio que a elevação de temperatura tende a ser mais crítica nas proximidades do helideque e uma interpretação matricial dos resultados permite uma análise de risco menos conservadora. As colunas na TGM representam o aumento máximo de temperatura em relação à temperatura ambiente (em °C) sobre um determinado volume do espaço aéreo do helideque. As linhas horizontais representam a altura no espaço aéreo sobre o helideque. O volume do espaço aéreo é discretizado em intervalos de elevação de 5 metros (até 30 m de elevação) e intervalos de 10 metros (entre 30m e 50 m de elevação). Os níveis de risco são então classificados, com as recomendações associadas, que devem ser assinalados na TGM, conforme indicado no exemplo do ANEXO B.

9.4. Resumo dos Resultados

Os resultados das avaliações do campo de velocidades e temperaturas devem ser consolidados em diagramas polares que representem o envelope de operações do helideque da Instalação, com mapeamento de direções de vento críticas, onde atenção especial seja requerida. Exemplos de envelopes de operação são apresentados no ANEXO C.

Deve ser prevista a necessidade de serem efetuadas simulações adicionais para detalhar os campos de velocidades e de temperaturas, de outros cenários com potencial de risco identificados após a obtenção dos resultados de cenários previamente simulados.

Todas as eventuais recomendações geradas no estudo devem estar destacadas em um capítulo específico do relatório.

9.5. Ensaios Experimentais

Em Instalações com helideques cujos resultados das simulações demonstrem restrições de operação do helideque, e que possuam limitações técnicas para mudanças no arranjo ou nas condições operacionais, como também impedimentos para o reposicionamento do helideque, os resultados de simulação devem vir acompanhados de recomendação de ensaios com modelo em escala reduzida, utilizando laboratórios dispendo de túnel de vento de camada limite atmosférica (para turbulência) de forma a subsidiar a tomada de decisão quanto à modificação do projeto.

10. REQUISITOS PARA AS REUNIÕES DE ACOMPANHAMENTO

As reuniões de acompanhamento do estudo deverão seguir as orientações abaixo.

10.1. Considerações Gerais

O acompanhamento do desenvolvimento do estudo deverá ser realizado pela equipe da Projetista com participação da Petrobras nos casos mencionados nessa especificação.

As reuniões de acompanhamento deverão ser realizadas nas dependências da Executante do estudo, com exceção da reunião de planejamento e de análise da documentação de projeto, as quais deverão ser realizadas nas dependências da Projetista. O local das reuniões poderá ser alterado em comum acordo entre as partes envolvidas. A Petrobras, a seu critério, poderá participar das reuniões por videoconferência.

As atas de reunião devem ser elaboradas pela Projetista e disponibilizadas como documento de projeto ou incluídas como anexo junto ao relatório na sua revisão final.

Todas as decisões de validação (de premissas, de dados, da geometria entre outras) deverão constar do relatório final do estudo em forma de anexo. As validações deverão ter assinatura dos responsáveis de cada parte envolvida.

10.2. Reunião de Planejamento

Reunião destinada à apresentação sumária do projeto, ao esclarecimento de aspectos relativos aos objetivos e escopo do estudo, entrega da documentação de projeto, avaliação e ajustes necessários no cronograma de trabalho e dos recursos necessários à realização do estudo, em que a pauta mínima deve ser:

- *Briefing* de segurança – (Projetista);
- Apresentação do Projeto para a Executante do estudo - (Projetista);
- Esclarecimentos sobre objetivos, escopo da análise e requisitos do estudo (Projetista e Petrobras);
- Entrega da documentação de projeto conforme previsto no item 5 desta ET (Projetista), incluindo o modelo 3D da Instalação;
- Dimensionamento das equipes da Projetista e Executante do estudo que participarão da elaboração e o acompanhamento do estudo, com a definição da matriz de responsabilidades;
- Apresentação dos pontos focais de cada parte envolvida e identificação dos responsáveis de cada disciplina de cada parte envolvida que participarão das reuniões de acompanhamento e das validações requeridas nesta ET;
- Apresentação do cronograma previsto para execução do estudo em conformidade com o cronograma de projeto (Executante do estudo e Projetista);
- Definição das datas, locais, recursos necessários e duração das reuniões de acompanhamento (Projetista e Executante do Estudo).

Participantes da reunião de planejamento: devem participar os pontos focais das partes envolvidas, os profissionais da Executante do estudo envolvidos e os líderes de disciplinas da Projetista responsáveis pelo acompanhamento do estudo.

Nota: O cronograma deve contemplar o prazo de vinte dias úteis para comentários dos relatórios (parcial e final) pela Petrobras.

10.3. Reunião de Análise da Documentação

Reunião destinada à análise e validação da documentação de projeto necessária ao desenvolvimento do Estudo e elaboração de lista de pendências, se houver. O objetivo é evitar erros e retrabalhos nos estudos em função de possíveis falhas ou omissões de informações na documentação, que servirá como base de dados de entrada para a realização do estudo.

A reunião deve abranger também a avaliação e validação do modelo 3D da Instalação quanto a sua adequação, para fins de exportação ou elaboração do modelo de CFD.

A partir da análise da lista de documentos do projeto e dos documentos fornecidos, a Executante do estudo poderá solicitar esclarecimentos e tirar as dúvidas quanto às informações contidas nos

documentos. No caso de identificação de pendências na documentação ou de necessidade de fornecimento de outros documentos, a Projetista deverá informar o prazo necessário para sanar as pendências e/ou para envio dos documentos, de forma que não impacte no cronograma previsto para o estudo.

Ao final da reunião a Executante do estudo deve assinar um termo de aceite da documentação onde deve constar a lista de pendências, se existentes. Este documento deverá constar como anexo do relatório final.

Nota: A Projetista, como responsável pela gestão de mudanças do projeto, deve informar às demais partes envolvidas qualquer alteração no projeto que impacte o estudo. Os documentos alterados em decorrência das mudanças, que afetem o estudo, devem ser enviados à Executante do estudo.

A Executante do estudo deverá avaliar as mudanças e informar os impactos das mesmas no desenvolvimento da análise e no cronograma previsto. Essa informação deve ser enviada formalmente à Projetista e comunicada à Petrobras.

Participantes da análise de documentação: Devem participar os profissionais da Executante do estudo envolvidos e os líderes de disciplina da Projetista responsáveis pelo acompanhamento do estudo. Essa reunião é opcional para a Petrobras.

10.4. Reunião de Premissas e de Metodologia

Reunião destinada à apresentação e definição de premissas a serem empregadas no estudo, esclarecimento da metodologia e confirmação de dados da Instalação.

A Executante do estudo deverá apresentar as premissas propostas para o desenvolvimento do estudo e as suas dúvidas quanto à metodologia proposta nessa ET. As dúvidas devem ser esclarecidas pela Projetista com a participação da Petrobras.

- Direções de vento: deve-se avaliar a variabilidade e aplicabilidade das dispersões a serem simuladas. Alguns casos muito semelhantes podem ser extrapolados, enquanto outros simplesmente podem dispersar para fora da Instalação e serem desconsiderados;
- Cenários eliminados: acordar e documentar cenários eliminados;

As premissas devem ser definidas em comum acordo entre as partes envolvidas e devem ser incluídas no relatório do estudo.

Além das premissas e metodologia, a Projetista deverá confirmar as informações básicas para início do estudo como condições meteorológicas, confirmação do aproamento que devem ser avaliadas no estudo. As informações devem ser ratificadas ou retificadas pela Petrobras.

Participantes da reunião de premissas e metodologia: Devem participar os profissionais da Executante do estudo envolvidos e os líderes de disciplina da Projetista e da Petrobras responsáveis pelo acompanhamento do estudo.

10.5. Reuniões de Acompanhamento e Validação

São reuniões destinadas ao acompanhamento do estudo por parte da Projetista com participação da Petrobras em que devem ser abordados os itens previstos na metodologia.

A Projetista em comum acordo com a Executante do estudo, e considerando o cronograma previsto para realização do estudo, deve apresentar a agenda de reuniões para acompanhamento do

desenvolvimento do estudo. As reuniões devem contemplar as etapas de estudo previstas no item 9 (Metodologia) desta ET. Devem ser previstas reuniões de acompanhamento e validação indicadas na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Reuniões de acompanhamento e validação

Item	Pauta Mínima	Ref.
R1	Validação da geometria: Apresentação do modelo de CFD – avaliação da geometria, congestionamento e obstruções a serem acrescentadas no modelo.	9.3.1
R2	Validação de resultados e do atendimento às recomendações: Apresentação, discussão e validação dos resultados das simulações. Verificação da necessidade de execução de simulações adicionais	9.4
R3	Apresentação do Relatório Parcial: Apresentação, discussão e validação dos resultados das simulações adicionais.	9.6

A Tabela 12 acima tem como base a experiência da Petrobras, podendo o número de reuniões ser alterado, de comum acordo entre as partes envolvidas, desde que todos os itens que compõe a metodologia e que requeiram validação sejam abordados, bem como a análise dos resultados e das recomendações sejam discutidos e avaliados quanto a sua aplicabilidade ao projeto.

Participantes das reuniões de acompanhamento e validação: Devem participar das reuniões os profissionais da Executante do estudo envolvidos e os líderes de disciplina da Projetista e da Petrobras responsáveis pelo acompanhamento do estudo.

10.6. Reunião de Apresentação do Relatório Final – Versão Preliminar

Reunião destinada à apresentação do relatório final (versão preliminar) antes da sua emissão para a Petrobras. O relatório final é de responsabilidade da Projetista e deve ser emitido pela mesma. O relatório final deve contemplar o relatório da Executante do estudo mais o tratamento das recomendações do estudo a serem implementados no projeto pela Projetista. A codificação do relatório e o respectivo carimbo devem identificar a Projetista como originária do documento. A codificação deverá estar de acordo com a norma Petrobras N-1710 e o formato de acordo com a N-381.

A apresentação deve ter como foco a os cenários mais críticos, os principais resultados as conclusões e recomendações do estudo. Deve ser abordado o tratamento dado a cada uma das recomendações do estudo.

Devem participar desta reunião, os pontos focais das partes envolvidas, os profissionais da Executante do estudo envolvidos e os líderes de disciplina da Projetista e da Petrobras responsáveis pelo acompanhamento do estudo. Nessa reunião é recomendável a participação de profissionais com atuação em segurança de voo.

11. RELATÓRIOS DO ESTUDO

O relatório final deverá ser emitido em português e inglês. O relatório deve atender o conteúdo requerido no Anexo VI da Filosofia de Segurança DR-ENGP-I-1.3 na revisão vigente do respectivo contrato com a Projetista e o especificado neste documento.

Todas as hipóteses de simplificação e premissas adotadas devem ser apresentadas e explicitadas na parte correspondente do relatório. Adicionalmente, as atas das reuniões devem ser apresentadas em anexo,

especialmente as que possuem validação de etapas da metodologia. Os gráficos e figuras dos relatórios devem ser apresentados com as respectivas escalas, legendas e com a rosa dos ventos e direção predominante do vento. Para elaboração das tabelas, gráficos e figuras devem ser aplicadas as unidades do Sistema Internacional - SI.

Todos os gráficos e figuras que suportem as conclusões e recomendações do estudo devem ser apresentados no relatório final.

11.1. Relatório Parcial

Pelo menos um relatório parcial deve ser apresentado pela Executante do estudo à Petrobras, para aceitação do mesmo, antes da emissão do relatório final.

O Relatório Parcial deve conter no mínimo, os requisitos:

- Cenários analisados e cenários descartados (item 9.1);
- Modelo 3D e geometria (item 9.3.1);
- Malha e domínio de simulação (item 9.3);
- Dados de processo (item 9.2.2);
- Resultados parciais das simulações (item 9.4);

11.2. Relatório final


O Relatório Final corresponde à emissão do relatório em revisão 0. Deve conter todos requisitos do item 11.1, atender aos comentários realizados ao Relatório Parcial, e adicionalmente conter:

- Atas de reunião anexadas (item 10.1);
- Lista de Verificação anexada (item 14);
- Perfis de velocidade e turbulência sobre o helideque (ANEXO A);
- Tabela TGM, quando aplicável (ANEXO B);
- Estimativa de envelope de operação do helideque (ANEXO C);

Devem ser previstas revisões adicionais para os casos em que haja mudanças no projeto que impactem o estudo ou no caso de serem identificadas falhas na emissão final.

12. PRAZOS

De acordo com a complexidade do projeto, o escopo do estudo e os prazos estabelecidos no contrato, deverão ser definidos pela Projetista em comum acordo com a Executante do estudo os prazos requeridos para a realização do estudo e emissão dos relatórios parcial e final. Esses prazos deverão constar no cronograma citado no item 10.2 desta ET.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	<small>Nº</small> ET-3000.00-1300-98A-P4X-001	<small>REV.</small> 0
	<small>PROGRAMA</small>	<small>FOLHA:</small> 17 de 21	
	<small>TÍTULO:</small> ESTUDO PARA USO SEGURO DE HELIDEQUES	NP-1	
		ESUP	

13. CAPACITAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO

Devido à complexidade envolvida na metodologia e no uso dos softwares de CFD aplicáveis ao estudo, e também devido importância deste para a segurança da Instalação, a elaboração do mesmo deve ser efetuada por empresa capacitada, pertencente ao cadastro de fornecedores de bens e serviços da Petrobras.

14. APLICAÇÃO DA LISTA DE VERIFICAÇÃO (LV)

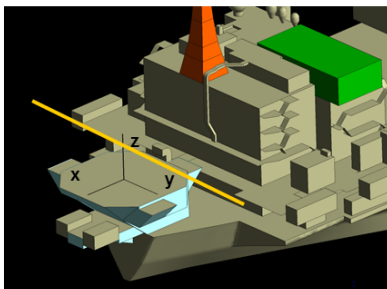
A Projetista deverá apresentar como evidência de acompanhamento das atividades da Executante do estudo uma lista de verificação (LV), que deverá constar como anexo do relatório. A LV deverá ser desenvolvida pela Projetista e deve conter os requisitos constantes das normas citadas no documento e os constantes desta ET. A verificação de cada requisito deverá ter a identificação e assinatura do responsável pela verificação.

15. SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO

Adicionalmente a Projetista e a Executante do estudo devem dispor de sistema de segurança de dados que garanta a integridade, confiabilidade, rastreabilidade, confidencialidade e inviolabilidade dos dados constantes no estudo e dos dados fornecidos pela Petrobras. Todas as informações deverão ser preservadas contra eventos acidentais ou de segurança da informação por pelo menos cinco anos.

16. ANEXOS

ANEXO A – EXEMPLOS DE RESULTADOS DE VELOCIDADES



*Linha de Referência, 5m
acima do heliponto*

Velocidade de Referência: **15 m/s**
Resultados de CFD

- NORMAL
- ATENÇÃO
- RISCO

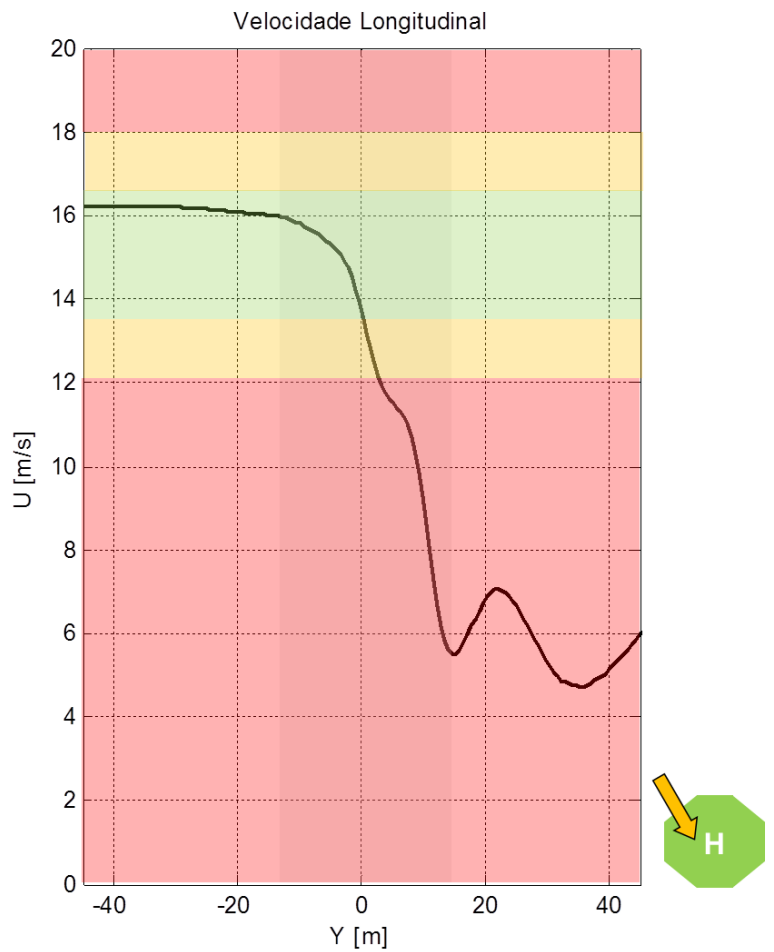
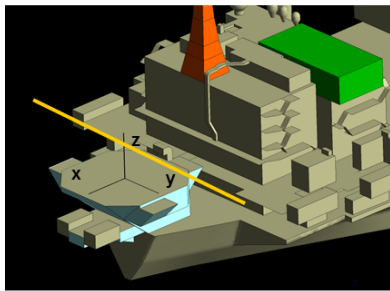


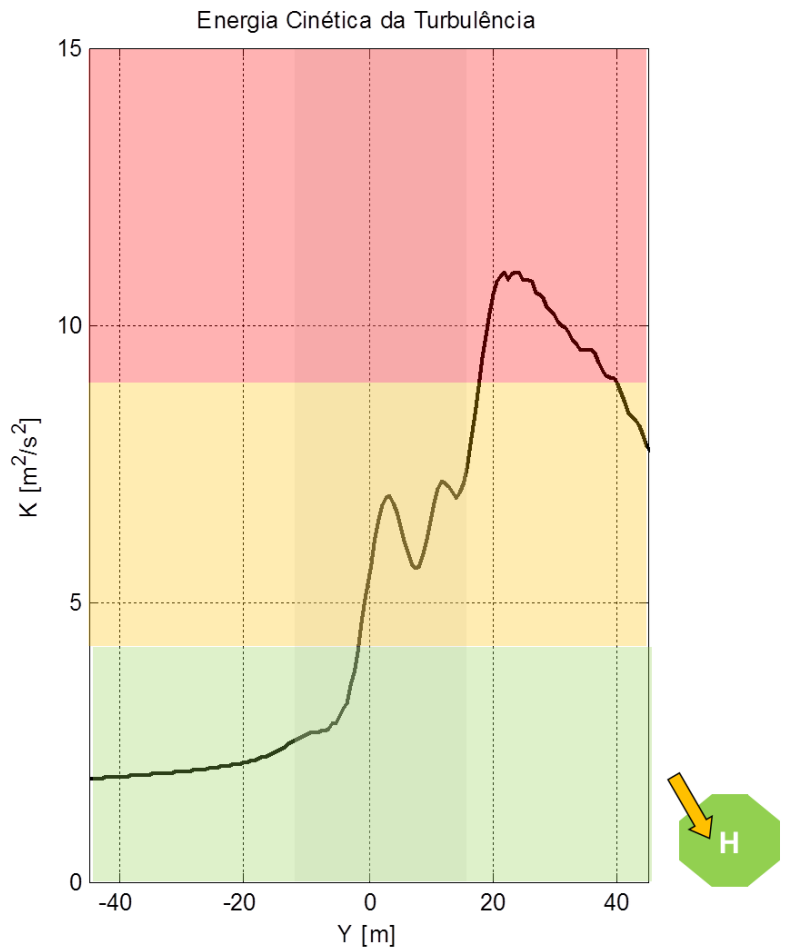
Figura A.1 – Perfil transversal de velocidade.



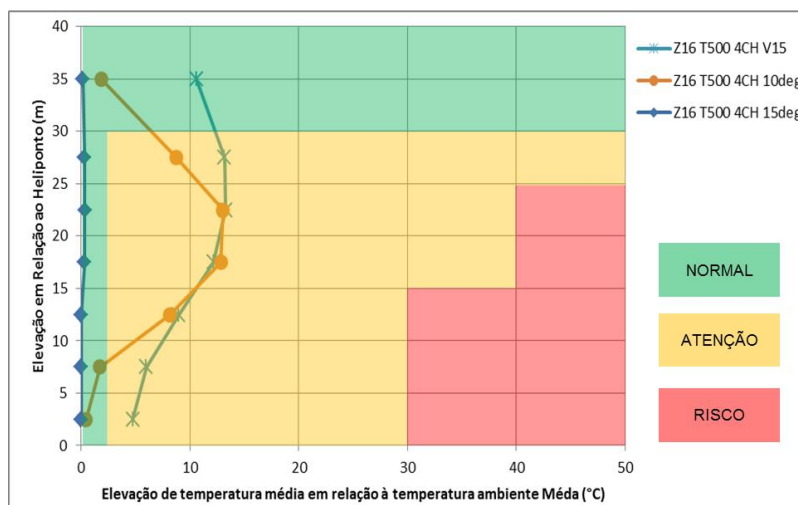
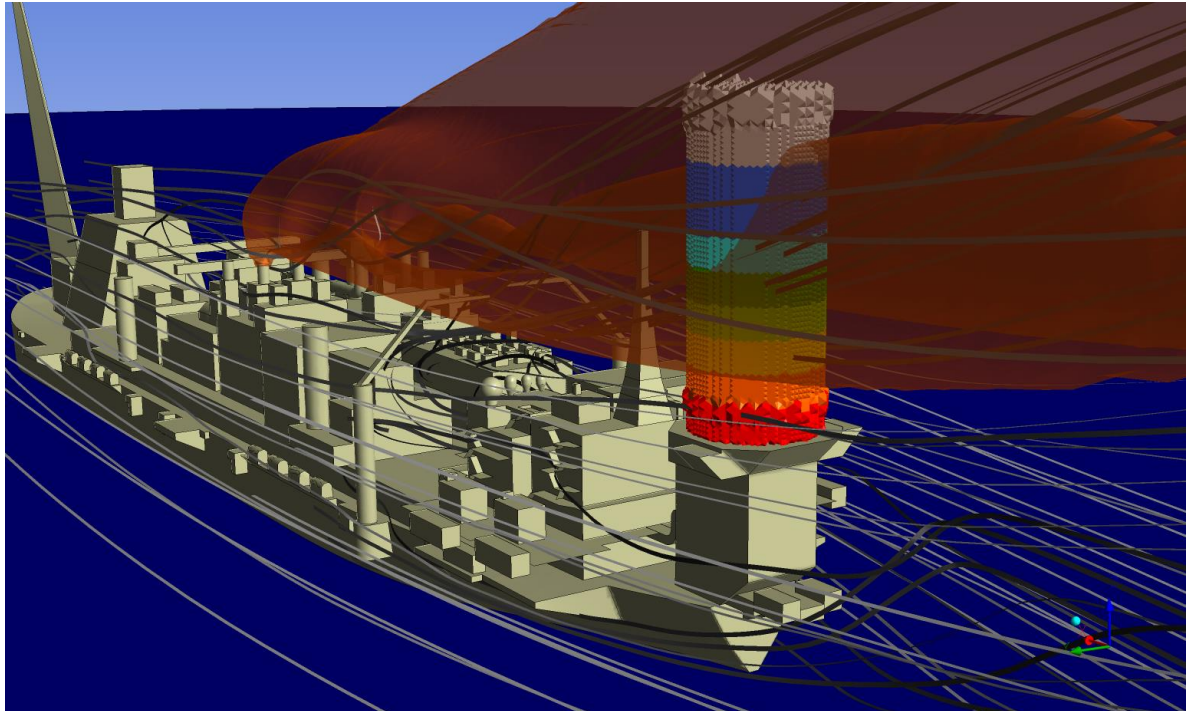
*Linha de Referência, 5m
acima do heliponto*

Velocidade de Referência: **15 m/s**
Resultados de CFD

- NORMAL
- ATENÇÃO
- RISCO



ANEXO B – EXEMPLO DE RESULTADOS DE TEMPERATURA E TGM



Velocidade de Referência: 15 m/s

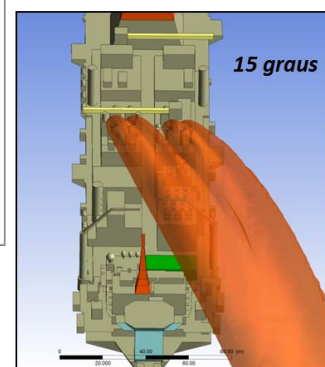
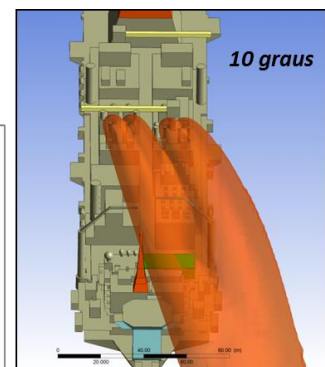


Figura B.1 – Apresentação de pluma térmica. No topo, regiões para verificação de TGM, abaixo, ilustração de TGM verificando diferentes direções de vento.

ANEXO C – EXEMPLO DE ENVELOPE DE OPERAÇÃO

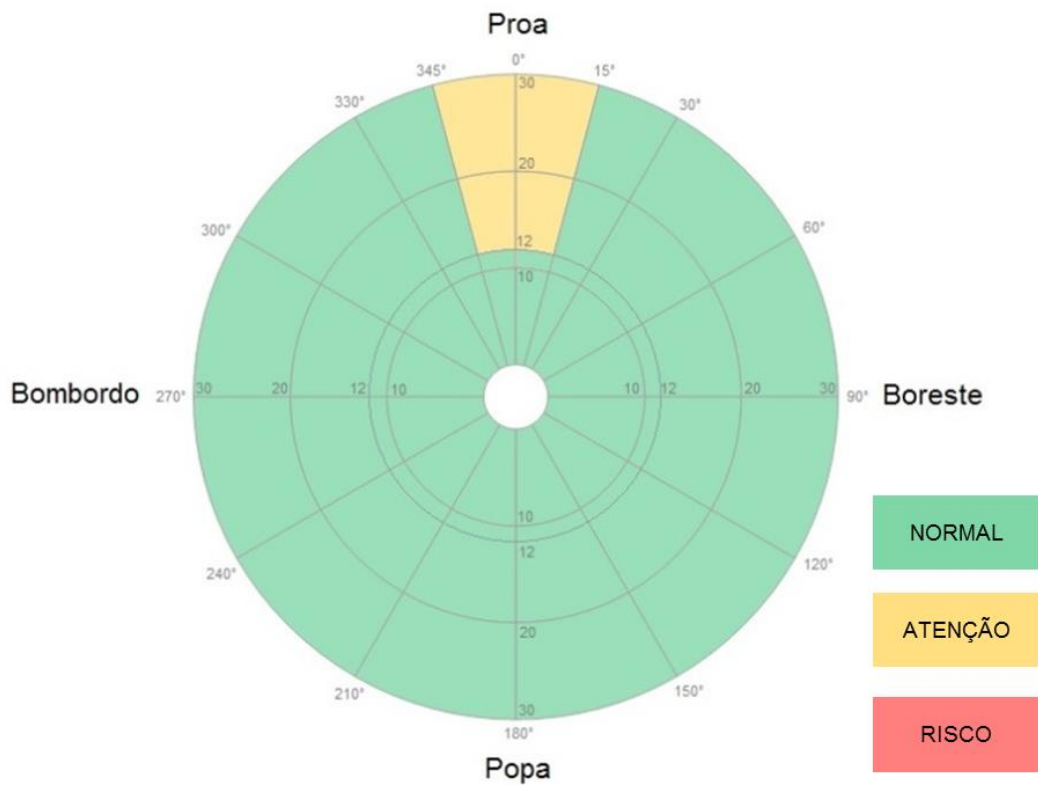


Figura C.1 – Envelope de operações, com base nos resultados de distribuição de temperaturas.