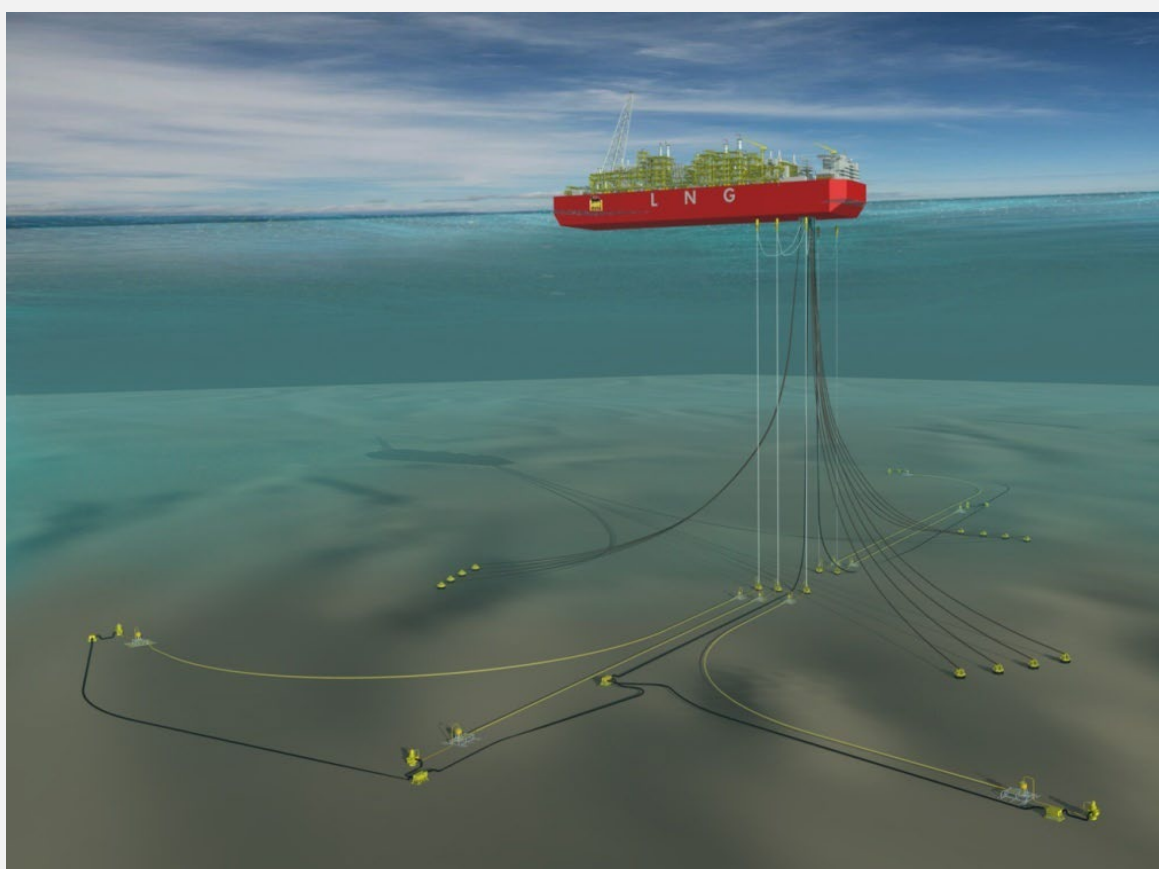


PROJECTO CORAL NORTE

ESTUDO DO IMPACTO AMBIENTAL

RELATÓRIO FINAL

VOLUME IV – ANEXOS



JANEIRO 2025

Preparado para:

MRV

Mozambique Rovuma Venture

Mozambique Rovuma Venture S.p.A.

Preparado por:

Consultec – Consultores Associados, Lda.

PROJECTO CORAL NORTE

ESTUDO DO IMPACTO AMBIENTAL

RELATÓRIO FINAL

VOLUME IV – ANEXOS

Mozambique Rovuma Venture S.p.A.

Rua dos Desportistas, n.º 918
Edifício JAT V-3, 1º a 4º Andar
Maputo, Moçambique
Tel.: +258-21-344-533
Fax: +258-21-49-7230

Consultec - Consultores Associados, Lda.

Rua Tenente General Oswaldo Tazama, n.º 169
Maputo, Moçambique
Telefone: +258 21 491 555
E-mail: consultec@consultec.co.mz

Janeiro 2025

LISTA DE VOLUMES

Volume I – Introdução, Descrição do Projecto e Situação de Referência

Capítulo 1 – Introdução

Capítulo 2 – Enquadramento Legal e Jurídico

Capítulo 3 – Abordagem e Metodologia da AIA

Capítulo 4 – Descrição do Projecto

Capítulo 5 – Área de Influência do Projecto

Capítulo 6 – Situação de Referência do Ambiente Biofísico e Socioeconómico

Volume II – Avaliação de Impactos e Medidas de Mitigação

Capítulo 7 – Avaliação de Impactos e Medidas de Mitigação

Capítulo 8 – Processo de Participação Pública

Capítulo 9 – Conclusões

Capítulo 11 – Referências

Volume III – Plano de Gestão Ambiental

Capítulo 1 – Introdução

Capítulo 2 – Enquadramento Legal e Jurídico

Capítulo 3 – Descrição do Projecto

Capítulo 4 – Padrões e Limites de Emissão do Projecto

Capítulo 5 – Gestão de SSA e Sustentabilidade

Capítulo 6 – Políticas e Procedimentos de Trabalho e Condições Laborais

Capítulo 7 – Implementação do PGA

Capítulo 8 – Recomendações para a Engenharia Detalhada

Capítulo 9 – Planos de Gestão Ambiental e Social

Capítulo 10 – Avaliação e Melhoria

Capítulo 11 – Relatórios

Volume IV – Anexos

Anexo I – Registo da Consultec como Consultor Ambiental junto do MAAP

Anexo II – Correspondência com o MAAP

Anexo III – Cálculo das Emissões de GEE do Projecto

Anexo IV – Modelação da Dispersão do Ar

Anexo V – Biodiversidade: Lista de Espécies

Anexo VI – Modelação do Ruído Subaquático

Anexo VII – Modelação de Descargas Marinhas

Anexo VIII – Tabelas de Avaliação de Risco de Alterações Climáticas

Volume V – Relatório do Processo de Participação Pública

Capítulo 1 – Processo de Participação Pública

Capítulo 2 – Participação Pública na Fase do EPDA

Capítulo 3 – Participação Pública na Fase do EIA

Capítulo 4 – Registo de Comentários e Respostas

Anexo I – Registo da Consultec como Consultor Ambiental junto do MAAP


República de Moçambique
MINISTÉRIO DA TERRA E AMBIENTE

CERTIFICADO DE CONSULTOR AMBIENTAL

N.º. 47 / 2022

O Ministério da Terra e Ambiente, ao abrigo do Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto n.º 54/2015, de 31 de Dezembro, certifica que o (a) sr (a) _____

Consultec – Consultores Associados, Limitada

está devidamente credenciado (a) a exercer funções de Consultor Ambiental em Moçambique.

Maputo, aos 31 / 08 / 2022 Validade até 31 / 08 / 2025


Tete Joaquim Haibosh
A Ministra

Anexo II – Correspondência com o MAAP



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
PROVINCIA DE CABO DELGADO
SERVIÇO PROVINCIAL DE AMBIENTE

À

CONSULTEC- CONSULTORES ASSOCIADOS, LDA

Maputo

Nota 386/SPA/DA-RLA/220/023

Pemba, 07 de Junho de 2023

ASSUNTO: Instrução de Processo de Avaliação do Impacto Ambiental do Projecto de Coral Norte,
Província de Cabo Delgado.

Exmos. Senhores,

Em resposta ao requerimento submetido por V. Excias, a 23 de Maio do ano em curso, através do qual solicitam-nos que lhes seja instruído um processo de Avaliação do Impacto Ambiental do projecto supra citado, de acordo com o previsto no Decreto nº 54/2015, de 31 de Dezembro (Regulamento sobre o Processo de Avaliação Ambiental).

Da análise e apreciação dos documentos que compõe o Processo de Instrução e incluindo o Relatório de Instrução de Avaliação de Impacto Ambiental, a estes anexo, e previstos no nº 1 do artigo 7º, do Decreto 54/2015, de 31 de Dezembro (Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental), e à luz do Decreto 56/2010, de 22 de Novembro, (Regulamento Ambiental para as Operações Petrolíferas), a actividade enquadra-se na Categoria "A", o que significa que, V. Excias deverá elaborar e apresentar um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do projecto em referencia, e submeter à Direcção Nacional do Ambiente (DINAB-Maputo) e ao Serviço Provincial

do Ambiente (SPA-CD), antecedido pela apresentação de um Estudo de Pré-viabilidade Ambiental e Definição do Âmbito (EPDA) e Termos de Referência (TdR), em oito (08) exemplares impressas a cores e uma(01) em versão electrónica; e para o SPA deverá submeter quatro (04) cópias impressas a cores e uma (01) em versão electrónica. De salientar que a elaboração dos documentos acima referenciados devem obedecer o previsto no do nº 2 do artigo 11 do Decreto 56/2010, de 22 de Novembro, (Regulamento Ambiental para as Operações Petrolíferas), sem no entanto, discurar do previsto pelo artigo 19 do Decreto 56/2010 de 22 de Novembro, (Regulamento Ambiental para as Operações Petrolíferas).

Cordiais Saudações

O DIRECTOR DO SERVIÇO PROVINCIAL



Salém Muzena Afonso Lopes

(Técnico Superior N1)

Eni Rovuma Basin Bv
Mozambique Branch
RECEBIDO
DATA 27/07/2023



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
MINISTÉRIO DA TERRA E AMBIENTE
GABINETE DO MINISTRO

À:
Mozambique Rovuma Venture

Maputo

N/Refª N 377 /MTA/ 188 /GM/220/23

Maputo: 26/09/2023

Assunto: Estudo de Pré-Viabilidade Ambiental e Definição do Âmbito e Termos de Referência do Projecto de Infra-estrutura Petrolífera Coral Norte

Exmos Senhores,

O Ministério da Terra e Ambiente (MTA) recebeu o documento de V.Excias referente ao Projecto em epígrafe, tendo merecido a devida análise técnica.

Após a revisão feita nos termos do Artigo 16, do Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto nº 54/2015, de 31 de Dezembro, o MTA comunica à V.Excias que o presente documento está aprovado mas, recomenda para o Relatório de Estudo de Impacto Ambiental (REIA), o cumprimento integral do EPDA e TdR e das questões apresentadas no relatório de revisão em anexo.

Informa-se ainda que o REIA deverá ser submetido à DINAB em dez (10) exemplares em formato físico e um (01) em formato electrónico. Cinco (05) exemplares do mesmo documento em formato físico e um (01) em formato electrónico deverão ser submetidos ao Serviço Provincial de Ambiente de Cabo Delgado.

Com os melhores cumprimentos.

A Ministra

Ivete Joaquim Maibaze

CC: Suas Excelências:

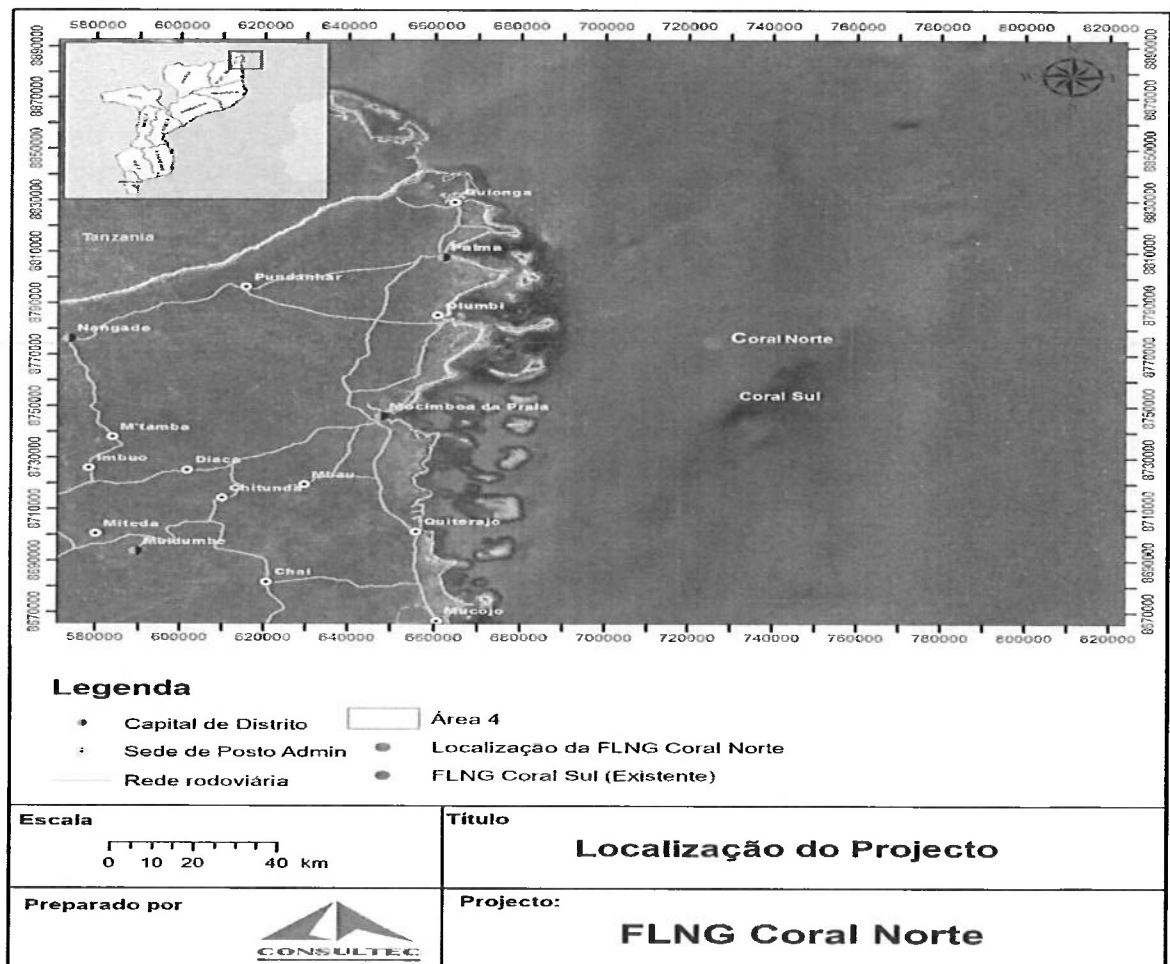
- O Ministro dos Recursos Minerais e Energia
- A Ministra do Mar, Águas Interiores e Pescas
- O Ministro dos Transportes e Comunicações
- O Ministro da Saúde
- O Secretário de Estado da Província de Cabo Delgado

C.C: O Magnífico Reitor da Universidade Eduardo Mondlane

Relatório de Revisão do Estudo de Pré-Viabilidade Ambiental e Definição do Âmbito e Termos de Referência do Projecto de Infra-estrutura Petrolífera Coral Norte

1. Introdução

A Mozambique Rovuma Venture (MRV) é o Operador (com uma participação de 70%) da Área 4 (Figura 1.1), localizada nas águas profundas da Bacia do Rovuma ao Largo da Costa Norte de Moçambique, próximo da fronteira com a Tanzânia. A Empresa Nacional de Hidrocarbonetos, E.P. (10%), a Galp Energia (10%) e a KOGAS Mozambique Ltd. (10%) são parceiros do consórcio da Área 4. A Eni, através da sua subsidiária Eni Rovuma Basin (ERB), é o Operador Delegado do Projecto Coral Norte. A FLNG Coral Norte proposta está localizada na Área 4, dentro das águas profundas da Bacia de Rovuma, na porção norte do reservatório Coral, aproximadamente 10 km ao norte da FLNG Coral Sul e a mais de 50 km do litoral do Distrito de Palma, Província de Cabo Delgado, como ilustra a imagem abaixo.



Fonte: EPDA do Projecto

A profundidade da água no local proposto da FLNG é de aproximadamente 2 000 m.

1.1. Descrição do Projecto

A implementação do projecto incluirá as seguintes fases sequenciais:

- **Fase de perfuração e completção:** Será utilizado um navio de perfuração para perfurar e completar os seis (6) poços de produção submarina;
- **Fase de instalação:** Será instalado o sistema de produção submarina (SPS) (incluindo preparação do leito marinho e instalação de elementos submarinos, correntes de amarração e âncoras) e a FLNG será rebocada para o local e ligada ao SPS. A embarcação FLNG será construída no estrangeiro, uma vez que nenhum estaleiro nacional tem capacidade para o fazer;
- **Fase de comissionamento e arranque:** A FLNG e todos os seus equipamentos serão testados, para confirmar que está pronta para iniciar as operações. Tal inclui hidrotestes e drenagem das linhas de fluxo submarinas e tubagens da instalação GNL;
- **Operação e manutenção:** O gás natural será extraído dos poços, tratado, condensado e exportado. Isto inclui operações de poços, linhas de fluxo dentro do campo e colunas de ascensão flexíveis, e operação da FLNG, incluindo exportação do GNL e actividades de manutenção;
- **Fase de desactivação:** O SPS será desactivado (descarga de linhas de fluxo submarinas, fecho/tamponamento de poços) e a FLNG será desligada do SPS e rebocada.

1.2. Principais Componentes e Actividades do Projecto

O Projecto FLNG Coral Norte inclui componentes e actividades em alto mar e em terra. Os componentes em alto mar incluem:

- Poços de produção - Seis (6) poços submarinos para extracção de gás natural do reservatório Coral;
- Sistema submarino de produção com umbilicais, colunas de ascensão e linhas de fluxo (SURF) - infra-estrutura submarina para fornecer gás à instalação FLNG;
- Embarcação FLNG ancorada no mar, a mais de 50 km da costa. A FLNG é uma embarcação flutuante *offshore* de tratamento, liquefação, armazenamento e descarga de gás com uma capacidade de produção de 3,5 MPTA (milhões de toneladas por ano).

As actividades *offshore* estão relacionadas com a produção e exportação de GNL, e actividades de apoio, incluindo:

- Produção de GNL - recepção de gás natural a partir dos poços, através do sistema SURF; processamento, liquefação e armazenamento temporário de gás natural a bordo da FLNG;
- Exportação de GNL e condensado - descarga do GNL e condensado para embarcações de transporte para exportação;
- Actividades de apoio e logística - operação de embarcações de abastecimento provenientes da base logística em terra, operação de embarcações de reboque

e embarcações multi-funções perto da FLNG e atracação e movimentação de material de/para a FLNG/embarcações de abastecimento.

Todos estes componentes e actividades *offshore* estão localizados na Área 4, a mais de 50 km da costa de Cabo Delgado. Os componentes em terra do projecto estão relacionados com o pessoal em terra e com operações logísticas de apoio à FLNG *offshore* e serão realizados a partir dos seguintes centros principais:

- ✓ Instalações no Porto de Pemba, nomeadamente posto de atracagem para navios de abastecimento;
- ✓ Instalações do Aeroporto de Pemba, nomeadamente a operação de serviços de helicópteros existentes;
- ✓ Estaleiro de logística em Pemba;
- ✓ Escritórios em Pemba;
- ✓ Escritórios em Maputo.

As actividades em terra incluirão:

- ✓ Actividades administrativas, tanto nos escritórios de Pemba como de Maputo;
- ✓ Operação da base de logística em Pemba, que incluirá a recepção e armazenamento temporário de materiais e mercadorias a serem transportados para a FLNG;
- ✓ Operação de uma área de atracagem no Porto de Pemba, incluindo atracagem e abastecimento de navios de abastecimento, rebocadores, embarcações de segurança e polivalentes, e carregamento de navios de abastecimento com mercadorias e materiais a transportar para a FLNG;
- ✓ Operação de serviços dedicados de helicóptero nas instalações existentes do Aeroporto de Pemba. A maioria, senão todas, as actividades *onshore* serão realizadas dentro da área de implementação física das instalações existentes (escritórios de Maputo e Pemba, e Porto e Aeroporto de Pemba).

2. Formação da equipe de revisão do EPDA

Para a revisão do projecto constituiu-se a respectiva Comissão Técnica de Avaliação composta pelas seguintes instituições: (i) Ministério da Terra e Ambiente (Direcção Nacional do Ambiente, Administração Nacional das Áreas de Conservação e Serviço Provincial do Ambiente de Cabo-Delgado); (ii) Ministério da Saúde (Direcção Nacional de Saúde Pública); (iii) Ministério dos Recursos Minerais e Energia (Instituto Nacional de Petróleo); (iv) Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas (Instituto Nacional do Mar, IP, Instituto Oceanográfico de Moçambique e Instituto de Desenvolvimento de Pesca e Aquacultura, IP); (v) Ministério dos Transportes e Comunicações (Instituto de Transporte Marítimo, IP) e (vi) Universidade Eduardo Mondlane (Faculdade de Ciências).

3. Contexto de realização do EPDA

O presente estudo foi realizado na fase de planeamento da actividade.

4. Participação Pública

Foram realizadas duas reuniões de consulta pública na fase do EPDA, nomeadamente uma reunião em Pemba e outra em Maputo segundo a tabela abaixo:

Local	Sala	Data	N° de Participantes
Maputo	Hotel Radisson	30.06.23	64
Pemba	Avani Pemba Beach Hotel	04.07.23	34

5. Equipa de consultores responsável pelo EPDA

OEPDA foi elaborado por uma equipe de consultores da Consultec, Lda, registada pelo MTA nos termos do Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto n° 54/2015, de 31 de Dezembro e encontra-se registada na Cidade de Maputo, com sede na Rua Tenente General Oswaldo Tazama, n.° 169, Maputo, contactável pelo Tel: +258 21 491 555. A equipe responsável pelo EPDA e TdR tem a seguinte composição:

Nome	Função	Qualificações
Tiago Dray	Director do Projecto	Licenciatura em Biologia. Director da Consultec e Gestor do Departamento do Ambiente
Emanuel Viçoso	Coordenador de Projecto	Licenciatura em Biologia. Mestrado em Avaliação de Impacto Ambiental e Gestão Ambiental.
Miguel Barra	Clima, Qualidade do Ar e Ruído	Licenciatura em Engenharia do Ambiente.
Marta Henriques	Ecologia Costeira e Marinha	Licenciatura em Biologia. Pós-graduação em Política de Gestão Ambiental.
Rafael Noronha	Socioeconomia e Pescas	Mestrado em Política e Gestão Social.
Yussuf Adade	GIS e Mapeamento	Técnico de GIS.

6. Comunicação dos Resultados

O EPDA e TdR cumprem com o preceituado no artigo 10 do Regulamento sobre o Processo de Avaliação de Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto n.º 54/2015 de 31 de Dezembro.

7. Comentários/Constatações

- i. O documento não apresenta Título de uso Privativo do Mar;
- ii. Na página 2, no 4º paragrafo, refere-se que "...a Eni está empenhada em adoptar padrões acima dos requisitos legais, para a integração da conservação da

biodiversidade e a retenção dos serviços de ecossistema produtivos em todas as áreas de operações e em todas as fases do ciclo de vida de um projecto...”. Para efeitos de monitoramento ambiental devem ser descritos no REIA os padrões acima dos requisitos legais que serão adoptados pelo proponente;

iii.O EPDA não apresenta o valor de investimento do projecto;

iv.Na página 11, referente ao quadro legislativo, não indica as datas das respectivas publicações, devendo-se fazer menção;

v.Ainda no capítulo sobre enquadramento legal o documento não apresenta os seguintes instrumentos legais:

- ✓ Lei nº 3/2022, de 10 de Fevereiro, Lei que Estabelece os Mecanismos de Protecção e Promoção da Saúde, de Prevenção e de Controlo das Doenças, bem como das Ameaças e dos Riscos para a Saúde Pública;
- ✓ Lei nº 10/2020, de 24 de Agosto, que aprova o Regime Jurídico de Gestão e Redução do Risco de Desastres;
- ✓ Lei nº 24/2009, de 28 de Setembro, que aprova a Lei do Exercício da Medicina Privada;
- ✓ Decreto nº 53/2008, de 30 de Dezembro, que aprova o Regulamento de Construção e Manutenção de Dispositivos Técnicos de Acessibilidade, Circulação e Utilização dos Sistemas dos Serviços Públicos a Pessoa Portadora de Deficiência ou de Mobilidade Condicionada.

vi.Na página 19, sobre as Convenções Internacionais, descreve-se que "Moçambique ratificou a ConvençãoMarpol através da Resolução nº 5/2003, de 18 de Fevereiro,tendo ractificado os anexos com a excepção do Anexo VI", no entanto importa salientar que os Anexos IV e V ainda não foram igualmente rectificadoss, devendo fazer a correcção desta descrição;

vii.Na página 20, ainda na tabela sobre as Convenções Internacionais, é descrita a Convenção Internacional para Segurança da Vida no Mar (SOLAS 74), importa referir que a designação correcta é Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar, devendo fazer a devida correcção;

viii.Na página 40, ponto 4.2.4, Fases do Projecto, faz-se menção que a embarcação FLNG será construída no estrangeiro, uma vez que nenhum estaleiro nacional tem capacidade para o fazer. Adicionalmente, não faz menção em que país será construída, ou prováveis países”;

ix.Nas páginas 56, 57, 58 e 59, faz-se menção sobres as descargas das águas residuais para o Mar, no entanto esta não é uma prática normal, pois para que

ocorra uma descarga para o Mar, deve ser com excepções e quando sejam satisfeitas as condições adequadas;

- x. Ainda na mesma pagina, refere que "...a água do mar será devolvida ao mar a uma temperatura média de 30,6°C, em cumprimento dos requisitos nacionais e do IFC para águas térmicas. A descarga da água de refrigeração será feita a uma profundidade estimada de 0,5 a 7,5 metros abaixo do nível médio do mar. A descarga será feita de forma contínua e a uma velocidade de 5 m/s e poderá conter possíveis contaminantes;
- xi. De acordo com o EPDA, na fase operacional o projecto irá operar durante 25 anos e considerando que este Projecto é semelhante ao Coral Sul e estando próximos, há necessidade de realização de estudos detalhados dos impactos cumulativos que poderão advir destes Projectos;
- xii. Na página 62, Mão-de-Obra, o documento refere que "provavelmente 1.400 trabalhadores nacionais sejam empregados directa ou indirectamente, incluindo através de serviços contratados..." ao longo da duração do Projecto. A necessidade será de pessoal altamente especializado (engenheiros, técnicos), bem como pessoal para actividades de apoio. Contudo não apresenta a distribuição por origem e género;
- xiii. Na página 66 do EPDA, tabela 5.1. Áreas de Influência Directa para componentes ambientais relevantes, refere-se à direcção dos ventos predominantes de Norte-Sul e que não afectará o continente (Oeste), Este posicionamento contradiz o efeito dos ventos resultantes dos eventos extremos que são de Este para Oeste (mar para terra);
- xiv. Na página 66/67 sobre Iluminação, refere-se que os impactos para os receptores da biodiversidade na área de influência, é inferior a 500 m, contudo, não indica as espécies sensíveis que ocorrem naquela área;
- xv. Ainda na página 67, na componente do Ruído Subaquáticos, faz menção a emissão de ruídos num raio de 10 km, sem indicação da intensidade;
- xvi. Na página 80, ponto 6.2. Meio Biótico, faz referência que "*A costa de Cabo Delgado e do Norte de Moçambique alberga extensos habitats, incluindo florestas de mangais, costas rochosas e arenosas, estuários e deltas, recifes de coral, pradarias de ervas marinhas e uma zona pelágica dinâmica*" que é de elevado valor de biodiversidade podendo as linhas de escoamento causar a decapagem e variações no meio biótico;
- xvii. O documento refere que há espécies que serão afectadas num raio de 4 km da área, como impacto directo sobre os habitats bentónicos e fauna associada na fase de perfuração;

xviii.O EPDA, não apresenta a descrição dos sistemas de tratamento e gestão das descargas de todos os efluentes;

xix.Na página. 100, na tabela sobre a identificação dos impactos, faz referência a libertação de água de lastro recolhida noutra lugar para as águas locais;

xx.Na página 107, onde é apresentada a análise sobre os potenciais impactos do projecto, referente as descargas marinhas, o documento faz referências que as descargas dos efluentes líquidos da operação da FLNG podem impactar a qualidade das águas marinhas receptoras, com impactos subsequentes no ecossistema marinho. O documento refere ainda que será realizado um estudo especializado para investigar estas descargas e os seus potenciais impactos no ambiente marinho. Atendendo que o presente projecto é similar ao Coral Sul, onde foram constatados elevados níveis do fenol e nitratos que representam uma grande preocupação nas descargas da FLNG, estes não são especificamente referidos no EPDA em análise;

xxi. Ainda na página 107, o documento refere que devido à localização *offshore* da área do projecto, não se espera que o Projecto Coral Norte tenha interacções significativas com o ambiente socioeconómico. Refere ainda que a única actividade presente no ambiente *offshore* é a pesca comercial em águas profundas. Esta afirmação deverá ser confirmada com base num estudo, pois sabe-se que para além da pesca comercial e artesanal, há ocorrência da actividade de transporte marítimo e turismo. Importa referir que o sector pesqueiro está neste momento a implementar o projecto de promoção da pesca em mar aberto como medida para reduzir o esforço de pesca nas zonas pouco profundas;

xxii.Para além dos estudos especializados a serem conduzidos na fase do EIA listados na página 142, não constam os estudos relacionados com:

- ✓ Aterros para o tratamento das lamas nos locais de depósito e meio envolvente;
- ✓ Operações do projecto na pesca e outras actividades socioeconómicas;
- ✓ Corredores de mamíferos marinhos;
- ✓ Influência das operações na distribuição de mamíferos marinhos e rotas de espécies migratórias;
- ✓ Qualidade de água;
- ✓ Perda líquida de biodiversidade marinha (para efeitos de compensação nos termos da Lei) e medidas no plano de contrabalanços de biodiversidade.

- xxiii. Os TdR não apresentam os Programas/Planos que farão parte do Plano de Gestão Ambiental (PGA);
- xxiv. Na página 128 sobre modelação de descarga de hidroteste e descargas de água produzidas, há necessidade de apresentar resultados da modelação efectuada. A descarga de hidroteste deve ser precedida pela realização de uma análise de risco ambiental e redução do uso de químicos. Assim, considera-se que há necessidade de descrever informação relativa à aplicação dessas medidas, ou seja, o relatório de análise de risco e a optimização ou redução das quantidades dos químicos a serem usados devem cumprir com as boas práticas internacionais aplicáveis na indústria;
- xxv. O documento em análise faz menção que o Plano de Gestão de Resíduos Radioactivos (caso existam) será incluído no PGA, no entanto deve-se clarificar detalhadamente as formas de gestão;
- xxvi. O documento em análise não apresenta especificidades da ETAR (dimensionamento, capacidade, tamanho, e outras componentes);
- xxvii. Na página 13 do Relatório do Processo de Consulta Pública, é apresentada como resposta da questão número 22 “... Todas as lamas e aparas das secções inferiores serão recolhidas até ao navio de perfuração e transferidas para terra para tratamento e eliminação”. Contudo, não indica o local de tratamento.

8. Conclusões e Recomendações

Não obstante as constatações e comentários acima apresentados, que não inviabilizam a aprovação do EPDA e TdR, assim como, o prosseguimento dos passos subsequentes do licenciamento ambiental, a Comissão Técnica de Avaliação conclui que o mesmo reúne requisitos suficientes para sua aprovação. Contudo, para o Estudo de Impacto Ambiental, recomenda-se:

- a) A observância do Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto nº 54/2015, de 31 de Dezembro, do Regulamento Ambiental para as Operações Petrolíferas, aprovado pelo Decreto nº 56/2010, de 22 de Novembro e das Directivas Gerais para a Elaboração de Estudos de Impacto Ambiental e para o Processo de Participação Pública no processo de Avaliação do Impacto Ambiental, aprovadas pelos Diplomas Ministeriais nºs 129/2006 e 130/2006, ambos de 19 de Julho;
- b) A apresentação do Título de uso Privativo do Mar de acordo com Decreto n.º 21/2017, de 24 de Maio, que estabelece o Regime Jurídico de Utilização do Espaço Marítimo (RJUEM), conjugado com o Diploma Ministerial n.º 99/2023, de 24 de Julho, para aquisição do Título de Utilização de Espaço Marítimo e Costeiro;
- c) A apresentação do valor de investimento do Projecto;

d) A inclusão no quadro legal, dos seguintes instrumentos legais:

- Lei nº 3/2022, de 10 de Fevereiro, Lei que Estabelece os Mecanismos de Protecção e Promoção da Saúde, de Prevenção e de Controlo das Doenças, bem como das Ameaças e dos Riscos para a Saúde Pública;
- Lei nº 10/2020, de 24 de Agosto, que aprova o Regime Jurídico de Gestão e Redução do Risco de Desastres;
- Lei nº 24/2009, de 28 de Setembro, que aprova a Lei do Exercício da Medicina Privada;
- Decreto nº 53/2008, de 30 de Dezembro, que aprova o Regulamento de Construção e Manutenção de Dispositivos Técnicos de Acessibilidade, Circulação e Utilização dos Sistemas dos Serviços Públicos a Pessoa Portadora de Deficiência ou de Mobilidade Condicionada.

- e) A indicação do local de tratamento e deposição final das lamas e aparas que serão produzidas e transferidas para a terra;
- f) A apresentação da intensidade do ruído subaquático no raio de 10 km desenvolvido para FLNG durante a sua fase operacional;
- g) A realização de um estudo mais abrangente sobre o impacto do ruído nas espécies marinhas nas diferentes fases do projecto, assim como, a apresentação de uma tabela de dispersão/redução das ondas sonoras;
- h) A descrição pormenorizada dos sistemas de tratamento e gestão das descargas de efluentes incluindo do fenol, do nitrato, das águas domésticas e da salmoura resultante da dessalinização da água do mar da FLNG;
- i) Para além do cumprimento das directrizes da OMI, a elaboração do Plano de Gestão das Água de Lastro;
- j) A inclusão no Plano de Gestão de Resíduos Radioactivos, de esclarecimentos sobre como os resíduos radioactivos serão manuseados, armazenados e eliminados;
- k) A caracterização pormenorizada dos efluentes, incluindo os níveis de Fenol e Nitratos, de forma a avaliar os riscos de poluição das águas receptoras assim como permitir escalonar a planta de tratamento de efluentes com vista ao cumprimento dos padrões de emissão estabelecidos pela legislação nacional/internacionais;
- l) A observância do Decreto 45/2006 de 30 de Novembro que aprova o Regulamento para a Prevenção da Poluição e Protecção do Ambiente Marinho e Costeiro, sobre as descargas das águas residuais, Decreto nº 18/2004 de 02 de Junho e nº 67/2010 de 31 de Dezembro, que aprova o Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Efluentes;

- m) A Avaliação dos impactos da água de arrefecimento tendo em conta a temperatura, profundidade, volume descarregado e velocidade, sobre o ecossistema marinho;
- n) A apresentação dos impactos relacionados com o efeito da iluminação em espécies sensíveis e vulneráveis durante todas as fases do Projecto, com as respectivas medidas de mitigação/minimização;
- o) A apresentação de todos os impactos previstos directa ou indirectamente na cadeia de valores da pesca, devendo ser analisadas e propostas as respectivas medidas de mitigação de modo a garantir a continuidade das actividades da pesca;
- p) A elaboração do Mapa de sensibilidade ambiental com vista a protecção das áreas sensíveis ou de alto valor ecológico nas proximidades da instalação dos poços;
- q) A inclusão no Plano de Gestão Ambiental dos seguintes Planos/Programas:
- Plano de contingência individual para o combate a poluição por óleos e substâncias nocivas ou perigosas;
 - Programa de Higiene, Saúde e Segurança no Trabalho;
 - Programa de Educação Ambiental;
 - Programa de Gestão de Sedimentos;
 - Programa de Gestão do Meio Biótico/Ecológico;
 - Programa de Gestão de Produtos Químicos;
 - Programa de Recrutamento e Capacitação;
- r) A apresentação do Mecanismo de Diálogo e Reclamação;
- s) A indicação das substâncias químicas (aditivos químicos) para incorporação na água de hidrotestes do equipamento submarino, nas diferentes fases do projecto tendo em conta a concentração, toxicidade, biodegradabilidade e potencial de acumulação dos mesmos. Adicionalmente deve ser fornecida informação relativa a instalação de tratamento de águas residuais da água de hidrotestes;
- t) A apresentação do impacto relacionado com a destruição dos habitats bentónicos devido a decapagem provocada por movimentos das linhas de escoamento e inclusão de medidas concretas de mitigação do mesmo;

- u) A investigação do espectro de luz adequado para reduzir a atração por aves marinhas e propor os principais locais para colocação deste tipo de iluminação dos navios do projecto de forma a reduzir este impacto;
- v) A apresentação de um cronograma específico e detalhado atinente a todas as fases do projecto por forma a melhorar as medidas de gestão propostas;
- w) A inclusão da informação sobre a periodicidade da realização das auditorias internas durante as fases de perfuração e completação e a comunicação das não conformidades ao MTA, INAMAR, ITRANSMAR, AQUA e INP;
- x) A apresentação de acções que serão implementadas para assegurar que os detritos de perfuração (LTOBM) após o tratamento atendem aos critérios de redução de risco em relação a sua periculosidade nas diferentes etapas do seu tratamento;
- y) A apresentação de um fluxograma do processo produtivo que permita relacionar cada resíduo ao seu processo de geração;
- z) A apresentação da planta da fábrica detalhada, com a localização das fontes geradoras de resíduos e os tipos de resíduos gerados nas respectivas fontes;
- aa) A apresentação das coordenadas geográficas das áreas de perfuração, características dos equipamentos e tipo de sinalização usada;
- bb) Que se encontrem outras alternativas tecnológicas no uso das plataformas implantadas, para fazer face a possíveis descobertas de reservatórios futuros, para reduzir os impactos ambientais e sociais cumulativos com outras actividades na área do projecto;
- cc) A identificação do país onde será construída a embarcação da FLNG;
- dd) A indicação da quantidade da mão-de-obra destacando o número de mulheres e homens que o projecto irá contractar, sua origem, período de início de mobilização e necessidades de formação;
- ee) O licenciamento da plataforma e de todo equipamento e material marítimo, que deverá ser anexa a mesma, de acordo com a alínea viii) do nº2 do artigo 6 do Decreto 87/2021 de 28 de Outubro, que cria o Instituto Nacional do Mar, Instituto Público;
- ff) A apresentação de propostas de medidas que possam reduzir os riscos associados a eventos extremos, os quais podem impactar as infraestruturas do projecto e resultar em danos sobre as infraestruturas ou vidas humanas;
- gg) A identificação da vulnerabilidade da área de inserção do projecto aos efeitos as mudanças climáticas.

A Equipa Técnica de Revisão

N.	Nome do Técnico	Instituição	Especialidade	Assinatura
1	Josefa Jussar	MTA/DINAB	Eng ^a . Química	Josefa Jussar
2	Nilsa Racune	DINAB/DAA	Bióloga	Nilsa Racune
3	Eunice Rafael Cuna	INTRANSMAR, IP	Enga. Ambiental	Eunice Rafael
4	Atália Muvolo	MTA/DINAB	Tec. Sup. Ad. Pública	Atália Muvolo
5	Leonardo Guirruta	MTA/DGR	Químico	Leonardo Guirruta
6	Anselma Munguambe	MIMAIP/INAMAR, IP	Educadora Ambiental	Anselma Munguambe
7	Maria Perpétua Scarlet	UEM/Fac. De Ciências	Bióloga Marinha	Maria Perpétua Scarlet
8	Paulo Albano	DINAB/DAA	Meteorologista	Paulo Albano
9	Leonor Machiana	MIMAIP/IDEPA, IP	Gestora Ambiental e Des. Comunitário	Leonor Machiana
10	Niyitegeka Maurice	MISAU/DNSP	Téc. Saúde Ambiental	NIYITEGEKA MAURICE
11	Armino Araman	MTA/ANAC	Ecologia e Conservação da Natureza	Araman
12	Sidónia Muhorro	MTA/DGA	Bióloga/Química	Sidónia Muhorro
13	Emídio Raul	InOM	Biólogo	Emídio Raul
14	Lígia Filomena Chamo	DINAB/RAACB	Tec. Sup. Ad. Pública	Lígia Filomena Chamo

Maputo, Agosto de 2023



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE

MINISTÉRIO DA TERRA E AMBIENTE
GABINETE DO MINISTRO

À:

Mozambique Rovuma Venture S.p.A.
(MRV)

Exma Senhora Marica Calabrese

Maputo

N/Refª N ° 399 /MTA/ 183 /GM/220/24

Maputo: 20/11/2024

Assunto: Relatório do Estudo do Impacto Ambiental e Social (REIA) do Projecto de Infraestrutura Petrolífera Coral Norte

Exma Senhora,

O Ministério da Terra e Ambiente recebeu o documento de V.Excia referente ao Projecto em epígrafe, tendo merecido a devida análise técnica.

Após a revisão feita nos termos do Artigo 17, do Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto nº 54/2015, de 31 de Dezembro, o MTA comunica à V.Excia que o presente documento está aprovado mas, recomenda o cumprimento integral das medidas de mitigação constantes no REIA e nos Planos de Gestão e Monitorização Ambiental da actividade, bem como, das questões apresentadas no relatório de revisão em anexo e de toda a legislação vigente no País, pertinente à actividade.

Para o efeito, o proponente deverá proceder o pagamento da taxa de licenciamento ambiental de 0.01% de 7.000.000.000,00USD (sete mil milhões de dólares americanos), em conformidade com o n.º 1, do Artigo 22, do Regulamento Ambiental para as Operações Petrolíferas, aprovado pelo Decreto nº 56/2010 de 22 de Novembro.

Os valores da taxa acima referida deverão ser pagos via Transferência Bancaria para a Conta da RECEBEDORIA DE FAZENDA DO 1º BAIRRO FISCAL DE MAPUTO, de acordo com as referências abaixo:

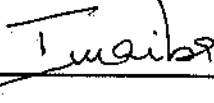
Conta: 00544.510.014
NIB: 0000022100544.510.014.91
IBAN: MZ 59 000002210054451001491
SWIFT CODE: BMOCMZMA

Nos termos da alínea a), do nº 1, do Artigo 21, do Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto nº 54/2015, de 31 de Dezembro, o pagamento deverá ser efectuado até 90 dias contados a partir da data da recepção da presente nota.

Efectuado o pagamento, o proponente deverá submeter à DINAB o respectivo comprovativo para a emissão da Licença Ambiental. Referir ainda que, a nota de submissão do comprovativo deverá indicar o nome do Proponente, NUIT do Proponente, telefone e e-mail da empresa.

Com os melhores cumprimentos.

A Ministra



Ivete Joaquim Maibaze

C.C. Suas Excelências

O Ministro dos Recursos Minerais e Energia

O Ministro dos Transportes e Comunicações

A Ministra do Mar, Águas Interiores e Pescas

O Ministro da Saúde

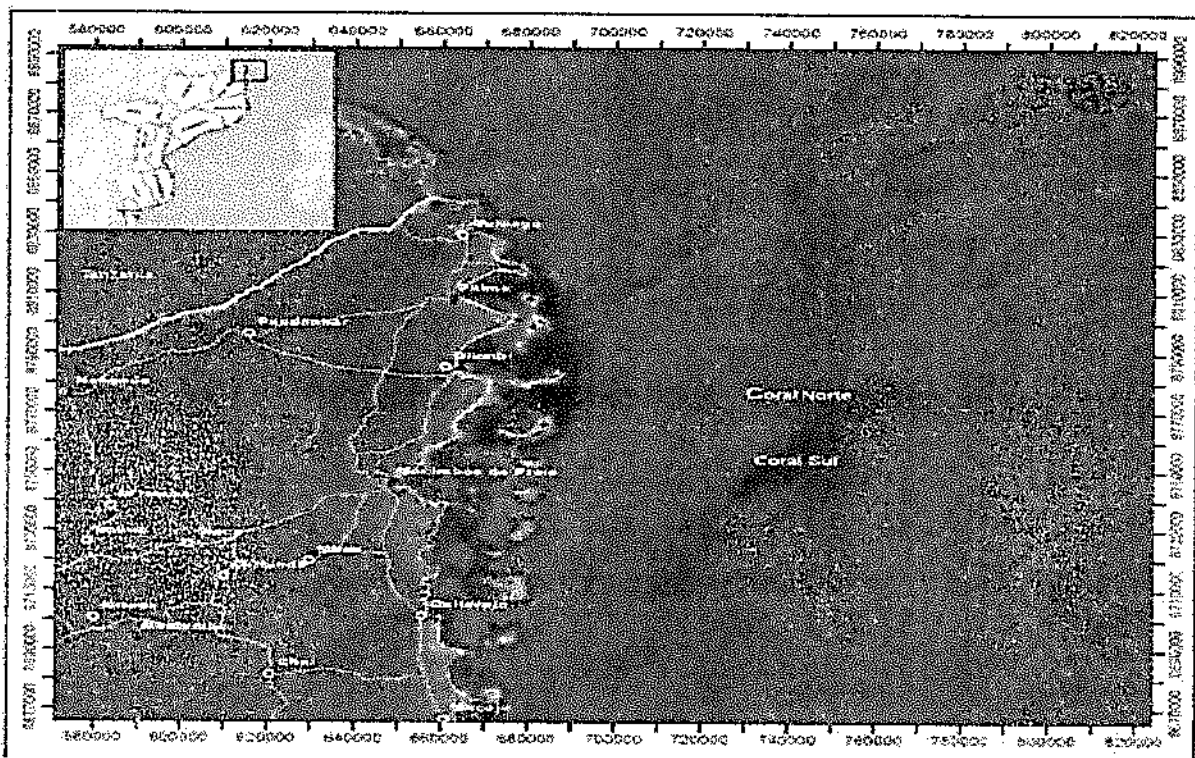
O Magnífico Reitor da Universidade Eduardo Mondlane

O Secretário de Estado da Província de Cabo Delgado

Relatório de Revisão do Relatório de Estudo de Impacto Ambiental (REIA) do Projecto de Infraestrutura Petrolífera Coral Norte

1. Introdução

O Projecto FLNG da Coral Norte submetido à Direcção Nacional do ambiente (DINAB) para apreciação e tomada de decisão sobre a viabilidade ambiental, localizar-se-á na Área 4, nas águas profundas da Bacia de Rovuma, na porção norte do Reservatório Coral, aproximadamente 10 km ao norte da FLNG Coral Sul, a cerca de 250 km a Nordeste de Pemba e a 50 km da costa do Distrito de Palma, Província de Cabo Delgado, como ilustra a imagem abaixo.



Fonte: REIA do Projecto

O proponente do Projecto é a Mozambique Rovuma Venture (MRV), Operador da Área 4 no âmbito do Contracto de Concessão de Pesquisa e Produção (EPCC). A MRV detém uma participação de 70% no consórcio da Área 4, compartilhado pela Empresa Nacional de Hidrocarbonetos, E.P., a Galp Energia e a KOGAS Mozambique Lda., com 10% de participação cada.

Estima-se que serão investidos cerca de 7.000.000.000,00USD (sete mil milhões de dólares americanos) para o desenvolvimento da FLNG Coral Norte.

Contextualização

O Relatório do Estudo de Impacto Ambiental do Projecto FLNG Coral Norte, enquadra-se na implementação da estratégia de desenvolvimento do reservatório Coral que resultou da descoberta de recursos significativos de gás natural recuperáveis na Concessão da Área 4, da qual está em execução na parte sul, o Projecto FLNG Coral Sul. No âmbito desta estratégia serão necessários mais projectos, para desenvolver

plenamente e maximizar a recuperação e rentabilização dos recursos de gás do reservatório Coral.

O Projecto FLNG Coral Norte terá os seguintes componentes:

1. Uma embarcação flutuante de tratamento, liquefação, armazenamento e descarga de gás offshore igual à FLNG de Coral Sul;
2. Poços submarinos, sistemas de produção e controlo submarinos e colunas de ascensão para a FLNG.

O Projecto FLNG Coral Norte será desenvolvido de forma independente do projecto Coral Sul.

1.1. Principais Componentes e Actividades do Projecto

O Projecto FLNG Coral Norte inclui componentes e actividades em alto mar e em terra.

Os componentes em alto mar incluem:

- Poços de produção- seis (6) poços submarinos para extracção de gás natural do Reservatório Coral;
- Sistema submarino de produção com umbilicais, colunas de ascensão (*risers*) e linhas de fluxo (SURF) - infraestrutura submarina para fornecer gás à instalação FLNG;
- Navio FLNG ancorado no mar, a mais de 50 km da costa, com capacidade de produção de 3,55 MPTA (milhões de toneladas por ano).

As actividades em alto mar estão relacionadas com a produção e exportação de GNL, e actividades de apoio, incluindo:

- Produção de GNL - Recepção de gás natural a partir de poços através do sistema SURF; processamento, liquefação e armazenamento temporário de gás natural a bordo da FLNG;
- Exportação de GNL e condensado - descarga do GNL e condensado para embarcações de transporte, para exportação;
- Actividades de apoio e logística - Operação de embarcações de abastecimento provenientes da base logística em terra, operação de rebocadores e embarcações multifunções perto da FLNG e atracação e movimentação de material de e para a FLNG e/ou embarcações de abastecimento.

Os componentes do Projecto em terra estão relacionados com o pessoal em terra e as operações logísticas de apoio à FLNG, e serão realizados a partir dos seguintes centros principais:

- Instalações no Porto de Pemba - Posto de atracagem para navios de abastecimento;
- Instalações do Aeroporto de Pemba - Operação de serviços de helicópteros existentes;
- Estaleiro de logística em Pemba;

- Escritórios em Pemba;
- Escritórios em Maputo.

As actividades em terra incluirão:

- Actividades administrativas, tanto nos escritórios de Pemba como de Maputo;
- Operação da base de logística em Pemba, que incluirá a recepção e armazenamento temporário de materiais e mercadorias a serem transportados para a FLNG;
- Operação de um posto de atracagem no Porto de Pemba, incluindo atracagem e abastecimento de navios de abastecimento, rebocadores, embarcações de segurança, multifunções, carregamento de navios de abastecimento com mercadorias e materiais a transportar para a FLNG;
- Operação de serviços dedicados de helicóptero nas instalações existentes do Aeroporto de Pemba.

2. Formação da equipe de revisão do REIA

Para a revisão do REIA constituiu-se a Comissão Técnica de Avaliação composta pelas seguintes instituições: (i) Ministério da Terra e Ambiente (Direcção Nacional do Ambiente, Administração Nacional das Áreas de Conservação e Serviço Provincial do Ambiente de Cabo-Delgado); (ii) Ministério da Saúde (Direcção Nacional de Saúde Pública); (iii) Ministério dos Recursos Minerais e Energia (Instituto Nacional de Petróleo, IP); (iv) Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas (Instituto Nacional do Mar, IP, Instituto Oceanográfico de Moçambique e Instituto de Desenvolvimento da Pesca e Aquacultura, IP); (v) Ministério dos Transportes e Comunicações (Instituto de Transporte Marítimo, IP) e (vi) Universidade Eduardo Mondlane (Faculdade de Ciências - Departamento de Ciências Biológicas).

3. Contexto de realização do EIA

O EIA foi realizado na fase de planeamento da actividade, e foi sujeito a uma actualização de modo a incorporar a instalação da unidade de tratamento de águas produzidas.

4. Atendimento aos TdR

O EIA foi realizado em conformidade com os Termos de Referência anteriormente aprovados, e que serviram de guião para o efeito.

5. Participação Pública

Na fase do EIA foram realizadas duas sessões de reunião de consulta pública, uma na Cidade de Pemba e outra na Cidade de Maputo. Na Cidade de Pemba, foi realizada no dia 30 de Abril de 2024, no Avani Pemba Beach Hotel e contou com a participação de 59 pessoas, e na Cidade de Maputo, no dia 05 de Maio de 2024 no Hotel Radisson Blu, com a participação de 62 pessoas. A informação sobre a reunião de Consulta Pública consta no anexo V do REIA.

6. Equipa de consultores responsável pelo REIA

O REIA foi elaborado por uma equipa de consultores da Consultec, Lda, registada pelo MTA nos termos do Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto nº 54/2015, de 31 de Dezembro e encontra-se registada na Cidade de Maputo, com sede na Rua Tenente General Oswaldo Tazama, nº 169, Maputo, contactável pelo Tel: +258 21 491 555. A equipa responsável pelo EIA tem a seguinte composição:

Nome	Função	Qualificações
Tiago Dray	Director do Projecto	Lic. em Biologia. Director da Consultec e Gestor do Departamento do Ambiente
Emanuel Viçoso	Coordenador de Projecto	Lic. em Biologia. Mestrado em Avaliação de Impacto Ambiental e Gestão Ambiental.
Nuno Silva	Gestor de projecto	Lic. em Engenharia do Ambiente.
Susana Rosa	Coordenação da equipa da biodiversidade (Biota)	Lic. em Biologia e Doutoramento em Ecologia, Monitorização de Biodiversidade, Planeamento Experimental e Análise Estatística e Planos de Acção de Biodiversidade.
Isabel Silva	Ecologia tropical (BIOTA) Doutoramento em ecologia marinha	Ecologia tropical (BIOTA) Doutoramento em ecologia marinha
Hélder Araújo	Fauna Marinha (Biota)	Lic. em Biologia, Mestrado em Ecologia, Biodiversidade e Ecosistemas e Doutoramento em Ecologia Marinha
Gelica Inteca	Fauna Marinha (Biota)	Lic. em Ciências Biológicas. Mestrado em Gestão de Recursos Naturais. É uma observadora de Fauna Marinha
Raquel Fernandes	Tartarugas marinhas (BIOTA)	Mestrado em biologia aquática e ecossistemas costeiros, com foco em tartarugas marinhas.
Daniel Pires	Triagem e Avaliação de Habitats Críticos (Biota)	Lic., mestrado e doutoramento em biologia. Triagem e Avaliação de Habitat Críticos sob o PD6 da IFC
Sónia Malveiro	Habitat e Flora (Biota)	Licenciatura em Botânica e especialista em flora e habitat.
Manuel Santiago	Clima e qualidade do ar (ADVISIAN)	Engenheiro químico
Tomas Ostolaza	Clima e qualidade do ar (ADVISIAN)	Estudos de Poluição Atmosférica (Modelação de Dispersão do Ar), Avaliações de Ruído, Modelação Marinha, Estudos Meteorológicos, Efeitos da Poluição do Ar nas Florestas e Verificação Prévia para vários sectores da indústria.

Alexander Stephen	Avaliação de GEEs (ADVISIAN)	Especialista em projectos, que abrangem estudos de elegibilidade do RCLE-UE, desenvolvimento de planos de Gestão de Carbono, situação de referência de emissões, previsão de carbono e outros trabalhos de quantificação relacionados com os GEE.
James Assem	Avaliação de Riscos Associados às Mudanças Climáticas (ADVISIAN)	Especialista fornecendo soluções para hidrocarbonetos, minerais e metais, Actualmente é gestor num projecto de adaptação às mudanças climáticas para um investidor de impacto.
Matthias Thomsen	Avaliação de Riscos Associados às Mudanças Climáticas (ADVISIAN)	Cientista Ambiental, Doutoramento em ecologia marinha. Perda de biodiversidade e implicações do ecossistema, microplásticos e mudanças climáticas a impactos ambientais e qualidade da água.
Miguel Barra	Ruído atmosférico	Lic. em Engenharia Ambiental, Pós-Graduação em Gestão e Políticas Ambientais e Pós-Graduação em Coordenação de Segurança na Construção Civil.
Peter Ward	Ruído subaquático (ADVISIAN)	experiência em estudos de propagação acústica subaquática, avaliação de impacto ambiental com referência ao impacto do ruído subaquático no ambiente.
Francois Smit	Descargas Marítimas e Modelação de Eventos não Planeados (ADVISIAN)	Engenheiro costeiro, projectos de hidrocarbonetos, petroquímica, centrais de energia e desenvolvimento portuário. modelagem de processos costeiros e mesoceânicos, gestão de zonas costeiras, monitorização costeira e projecto de estruturas costeiras e litorais.
Siviwe Mabija	Avaliação de descargas marinhas (ADVISIAN)	Engenheiro costeiro / Gestor de Projectos
Marcus Kretschmer	Avaliação de descargas marinhas (ADVISIAN)	Engenheiro civil com mestrado em engenharia portuária e costeira. Projectos de engenharia costeira, incluindo modelação costeira.
Annabel Krípe	Avaliação da iluminação (ADVISIAN)	Investigação ecológica quantitativas e de investigação em ciência aplicada fornecem uma base sólida para a interpretação da literatura científica e relatórios de modelação (ruído

		subaquático, derrame de petróleo, luz artificial) e aplicação das conclusões às avaliações de impactos de forma adequada para as partes interessadas e reguladores.
Francisco Peño	Avaliação da iluminação (ADVISIAN)	Sistema de Informação Geográfica (SIG)
Aurora Finiguerra	Avaliação paisagística e visual (ERM)	Especialista em avaliação paisagística e visual com experiência em SIG, CAD, modelos 3D e Fotomontagens relacionadas com Avaliação, Paisagística e Visual.
Rafael Noronha	Socioeconomia e saúde	Mestrado em Política Social e Gestão, Planos de Acção de Reassentamento, monitorização e avaliação de Programas de Desenvolvimento Social.
Horácio Cuna	Pesca	Lic. em Administração de Empresas, Analista Económico e Financeiro, Auditor Corporativo
Bram Naidoo	Direitos Humanos	Mestrado em Estudos de Desenvolvimento especializados em Direitos Humanos e de Género
Miguel Nazareth	SIG e mapeamento	Experiência em SIG e Teledeteção aplicada à Gestão Integrada de Recursos Naturais e Avaliação de Impacto Ambiental.

7. Comunicação dos Resultados

O EIA cumpre com o preceituado no artigo 11 do Regulamento sobre o Processo de Avaliação de Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto nº 54/2015, de 31 de Dezembro.

8. Plano de Gestão Ambiental

O Plano de Gestão Ambiental faz uma avaliação dos potenciais impactos e apresenta as medidas para a sua mitigação.

9. Constatações/Comentários

9.1. Constatações/Comentários Gerais

- a) Não foi submetido o Resumo Não Técnico, conforme estipulado na alínea a), do número 2, do Artigo 11 do Regulamento sobre o Processo de Avaliação de Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto nº 54/2015, de 31 de Dezembro e na alínea c), do número 1, do Artigo 13 do Regulamento Ambiental para as Operações Petrolíferas, aprovado pelo Decreto nº 56/2010, de 22 de Novembro;

- b) No geral, alguns mapas e figuras são apresentados em tamanho menor, o que dificulta a sua leitura. Deve-se apresentar os mapas e figuras em tamanho que permita melhor leitura e interpretação;

9.2. Constatações/Comentários Específicos

Volume I - Introdução, Descrição do Projecto e Situação de Referência

- c) Na subsecção 2.4. Quadro Legislativo, faz-se menção a Lei de Trabalho, Lei nº 23/2007, de 1 de Agosto, no entanto, a mesma foi revogada pela Lei nº 13/2023, de 25 de Agosto;
- d) Ainda na subsecção sobre o Quadro Legislativo foi omissa a seguintes legislação:
- Decreto nº 5/80, de 22 de Outubro, que regula a obtenção e porte de boletins de Sanidade pelos Trabalhadores;
 - Decreto nº 40/2024, de 12 de Junho, que aprova o Regulamento para o Exercício da Actividade de Agenciamento de Navios, Carga e Serviços Complementares;
 - Decreto nº 71/2017, de 20 de Dezembro, que aprova o Regulamento do Código Internacional de Protecção de Navios e Instalações Portuárias;
 - Decreto nº 88/2021, de 28 de Outubro, que cria o Instituto Nacional do Mar, IP;
 - Convenções Internacionais, foi omissa a Resolução 36/2023, de 21 de Setembro, que ratifica a Convenção de Minamata sobre o Mercúrio, adoptada e assinada a 10 de Outubro de 2013 em Kumamoto, no Japão, uma vez que na unidade de FLNG haverá geração de resíduos de Mercúrio numa das suas operações;
 - Resolução nº 58/2023, de 29 de Dezembro, que adopta a Convenção Internacional para o Controlo e Gestão das Águas de Lastro e Sedimentos dos Navios, 2004.
- e) Na página 12, sobre "entidades marítimas" o documento descreve " *Instituto de Transporte Marítimo (ITRANSMAR, IP) recentemente criado pelo Decreto nº 83/2021, de 18 de Outubro, é a entidade responsável por garantir que todas as actividades de transporte marítimo sejam desenvolvidas em conformidade com as normas aplicáveis*", no entanto importa ressaltar que o ITRANSMAR no exercício das suas atribuições também tem o papel de realizar inspecção das embarcações e certificações marítimas;
- f) Na página 42, o documento apresenta coordenadas da área do Projecto no sistema UTM. Tendo em conta que os campos da licença ambiental usam o sistema de coordenadas geográficas, solicita-se a conversão das coordenadas UTM para o sistema geográfico;
- g) Na página 43, na subsecção 4.2.4. Fases do Projecto, está referenciado que na fase de desactivação a plataforma FLNG será desligada do SPS e rebocada,

contudo, o documento deveria indicar para onde seria rebocada e para que finalidade;

- a) Na mesma página, na subsecção 4.2.5.2. Alternativas tecnológicas, o documento faz referência ao uso do refrigerante duplo misto (DMR) sem o uso de Propano para limitar o armazenamento e instalações associadas de tratamento de gás evaporado que serão apenas para o (Metano e Butano). Solicita-se esclarecimento sobre o destino do Propano uma vez que também faz parte da composição do gás;
- b) Na página 44, na subsecção 4.2.5.2 Alternativas Tecnológicas, faz se referência aos Tanques de GNL, contudo, não há informação sobre o número de tanques e suas respectivas capacidades, o que seria um indicativo da capacidade instalada de armazenamento da produção de GNL;
- c) Na página 45, subsecção 4.3.1.3: Unidade FLNG, faz-se menção que o desenho da FLNG Coral Norte replicará o da FLNG Coral Sul e arrolam-se as instalações que compõem a unidade. No entanto, apesar do documento fazer menção na página 67, à existência de duas Unidades de Tratamento de Água Produzida, as mesmas não constam da lista de instalações arroladas e do Layout apresentado na figura 4.5. Recomenda-se a inclusão das Unidades de Tratamento de Água Produzida na lista das instalações arroladas e no Layout das infraestruturas da FLNG Coral Norte (figura 4.5);
- d) Na página 49, relativamente à Potência, faz-se menção que *o navio FLNG estará equipado com 4 geradores de turbina a gás com capacidade de gerar 30 a 35 MW de electricidade cada. Se por exemplo apenas duas destas turbinas estiverem a funcionar em simultâneo produziriam cerca de 60 a 70 MW de electricidade. Uma vez que a plataforma FLNG dista cerca de 50 km da costa de Palma gostaríamos de saber se haveria alguma possibilidade de, havendo electricidade em excesso, ser fornecida a Vila de Palma como responsabilidade social ou simplesmente ser lançada na Rede Eléctrica Nacional (da EDM) para apoiar o desenvolvimento do país;*
- e) Na página 66, a Tabela 4.5 referente ao limite de emissões de efluentes de esgotos tratados, não contempla todos os parâmetros que poderão estar potencialmente presentes no esgoto tratado do projecto;
- f) Na página 68. Estação de tratamento da água produzida, é referido que *a unidade de tratamento de fenol que irá integrar o sistema de tratamento de água produzida é concebido para reduzir as concentrações de fenol na água produzida até 0,5 mg/l. Contudo, o parâmetro fenol e padrões do Projecto para este parâmetro não constam na Tabela 4.7 que apresenta os limites de emissões de efluentes de água produzida tratada;*
- g) Na subsecção 4.4.4.4. *Tratamento de Águas Residuais*, é referido que o esgoto tratado será armazenado dentro de um tanque e descarregado para o mar através de um emissário. Adicionalmente, o PGA (Vol. III), prevê na tabela 9.24, algumas acções para o controlo e mitigação face a gestão de águas residuais das embarcações, sendo referido a aplicação dos requisitos da MARPOL. Contudo, o

REIA não integra os requisitos da legislação nacional para prevenção e controlo da poluição no mar, de descargas advindas de navios e plataformas detalhados no Regulamento para a Prevenção da Poluição e Protecção do Ambiente Marinho e Costeiro, aprovado pelo Decreto nº 45/2006, de 30 de Novembro;

h) A subsecção 6.9.1.7. *Áreas de Conservação*, não inclui informação sobre a Área de Protecção Ambiental (APA) de Palma-Quirimbas, recentemente criada através do Decreto nº 71/2024, de 5 de Setembro, e a possível interferência do Projecto Coral Norte e as actividades relacionadas ao mesmo (como por exemplo, a navegação) nesta APA;

i) Nas páginas 61 e 63, subsecção 4.4.4.2. Processo de produção de GNL, no processo de pré-tratamento vem referenciada a remoção do Mercúrio para cumprir com as especificações do teor deste de $0.01\mu\text{g}/\text{m}^3$ e na página 64, Remoção do Mercúrio vem referenciado que os resíduos deste serão enviados para a terra de modo a serem encaminhados para a unidade de tratamento de resíduos perigosos licenciada. Solicita-se que se indique o nome desta empresa que fará a deposição dos resíduos de Mercúrio;

j) Na página 65, o documento refere que *“a operação da FLNG irá gerar vários fluxos de águas residuais que serão descarregados para o mar, a saber: água de lastro: em condições normais, a água de lastro trocada é um efluente limpo”*. Importa referir que as águas de lastro podem transportar espécies exóticas que podem danificar o meio marinho em que forem depositados, pelo que, não se pode afirmar que estas águas são limpas;

k) Ainda sobre a questão acima, no contexto do documento, considera-se as águas de lastro como tendo a sua proveniência na FLNG. No entanto, é nosso entender que estas águas não provêm da FLNG, mas de embarcações de apoio a esta, sendo necessária uma clarificação;

l) Na página 66, Sistemas de tratamento de águas residuais domésticas (esgoto), a Tabela 4.5, faz referência aos limites de emissões de efluentes de esgotos tratados em conformidade com a Convenção da MARPOL. Contudo, o número 3, do Artigo 16 do Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Efluentes aprovado pelo Decreto nº 18/2004, de 2 de Junho (com Emendas introduzidas pelo Decreto nº 67/2010, de 31 de Dezembro) refere que, se o meio receptor for o oceano há que garantir que os efluentes emitidos obedeçam aos padrões estabelecidos no referido decreto. Assim sendo, deve ser incluído na referida Tabela como limite de emissão de efluentes de esgotos tratados, o parâmetro Nitrato, com o limite de emissão de $10\text{ mg}/\text{l}$ (máximo), em conformidade com a legislação nacional;

m) Na página 71, o documento refere que *a desactivação e o abandono serão realizados através de um Plano de Desactivação desenvolvido de acordo com o Artigo 15 do EPCC da Área 4, Padrões internos da Eni e Códigos e Padrões Internacionais relevantes para as actividades petrolíferas offshore*. Mais adiante refere que *“(…) para actualização do Plano de Desactivação”*. No entanto, o PGA não apresenta o Plano de desactivação;

- n) Na página 83, subsecção 6.2.2. Padrões e Directrizes da Qualidade de Ar, embora o monitoramento das emissões do Metano não faça parte da legislação nacional sobre Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Efluentes, e uma vez que o principal produto de GNL é o Metano, recomenda-se que com base nas directrizes internacionais sejam providenciados os valores limites de emissão deste para que sirvam de referência;

Volume II - Avaliação de Impactos e Medidas de Mitigação

- o) Na página 6, subsecção 7.2.2. Modelação da Qualidade do Ar, o documento menciona que para a avaliação dos potenciais impactos do Projecto na qualidade do ar foi feita a modelação de dispersão atmosférica baseada em quatro cenários, nomeadamente:
- Cenário 1 - Durante a primeira fase do arranque;
 - Cenário 2 - Durante a fase Operacional;
 - Cenário 3 - Durante um evento de queima de Emergência;
 - Cenário 4 - Devido a operação simultânea com a FLNG Coral Sul.

Embora o documento tenha mencionado que os potenciais impactos do Projecto na qualidade do ar estão principalmente associados às fases de arranque e operação, recomenda-se que seja apresentada também a avaliação dos impactos durante a fase de perfuração, instalação e comissionamento;

- p) Relativamente a metodologia de modelação com base nos cenários acima mencionados, o estudo refere ter considerado como período temporal de modelação um máximo de 3 anos. No entanto, nos resultados apresentados na Tabela 7.9, não está claro sobre a duração de cada fase e o volume de gás queimado, considerados durante a aplicação do modelo de dispersão. Ademais, não se pode ignorar a lição tida aquando do Projecto Coral Sul, cuja fase de arranque levou cerca de 8 meses;
- q) Na página 6, subsecção 7.2.1 “Poluentes Atmosféricos”, é referido que as concentrações do principal poluente emitido pelas chaminés, o CO, e outros poluentes COC, é de cerca de duas ordens de magnitude mais baixa que os padrões. Contudo, não são indicadas as respectivas concentrações emitidas que suportam esta afirmação.
- r) Ainda na subsecção 7.2.2, refere-se que *a modelação foi feita para uma base de 3 anos, tendo-se concluído que os impactos são de baixa significância e não é necessária nem recomendada nenhuma mitigação, para além dos procedimentos de manutenção padrão do equipamento de combustão, para manter as emissões projectadas, incluindo a implementação de um programa, com campanhas anuais de monitorização das emissões e da qualidade do ar ambiente, para garantir que as emissões reais não são superiores ao esperado e para confirmar as conclusões da modelação.* Contudo, a modelação é teórica e feita para curto período de tempo e o documento devia avançar com algumas medidas de mitigação para sua implementação caso os resultados da monitorização sejam elevados. Esta recomendação é aplicável a todos impactos avaliados;

- s) Na página 14, subsecção 7.3.1.3. Avaliação do Impacto (Impacto GEE1: Emissões de GEE do Projecto), sobre as emissões do GEE do Projecto, apesar de não ser obrigatório por lei, uma vez que o principal componente do gás produzido na plataforma FLNG é o gás Metano, sugere-se que também sejam contabilizadas as emissões de Metano durante a fase de operação para fazer parte da informação do Governo nas comunicações nacionais dos GEE;
- t) Na página 43, subsecção 7.5, sobre qualidade de água, na sequência da análise sobre o impacto do derrame de hidrocarbonetos causados por eventos não planeados (derrames acidentais de gásóleo devido a colisão da embarcação, derrame acidental de condensado de gás e derrame de LTOBM devido a uma desconexão acidental de um ascensor), foram considerados em geral de significância média os impactos da fracção de hidrocarbonetos com espessura superior a 1 µm, fracção que pode causar danos físicos a vida selvagem (por exemplo, contaminação, sufocamento) e que segundo a modelação tem dispersão localizada. Todavia, é omissa a análise do impacto socioeconómico, sobretudo relativamente aos activos turísticos da fracção visível (com espessura inferior a 1 µm) que os modelos projectam uma dispersão substancial. É importante que se considerem para além de medidas de contingência caso ocorram estes eventos não previstos, medidas que reduzam cada vez mais a probabilidade de ocorrência de tais eventos;
- u) Na página 45 do volume II, subsecção 7.5.2. Fases de Perfuração e Instalação, Gestão de aparas e LTOBM (lamas a base de óleo de baixa toxicidade), o documento refere que *“se não for possível a transferência das aparas para terra por algum constrangimento técnico ou operacional não planeado, pode ser necessário um procedimento de gestão alternativo, que implicaria a eliminação em alto mar”*. Relativamente a este aspecto, recomenda-se que seja descartada a possibilidade de fazer as descargas das aparas e lamas (LTOBM) no mar para evitar poluição das águas e prejudicar a vida marinha;
- v) No que concerne a avaliação dos impactos resultantes das descargas de água de refrigeração, é mencionado na subsecção 7.5.3 (Vol. II) e na subsecção 4.4.4.3 (Vol. I), que *prevê-se um caudal de descargas térmicas em média máxima de 27225 MT/h (toneladas métricas por hora) perfazendo cerca de 7,6236 m³/s, com uma temperatura de 30,64°C, que segundo os resultados de modelação realizada é esperado um aumento de temperatura da água do mar receptora, a 100m do ponto da descarga em cerca de 0,39°C e no limite da zona de mistura de 300m um aumento inferior a 0,1°C, e que, de acordo com as directrizes da IFC adoptadas pelo Projecto, o Estudo considera que o aumento da temperatura da água do mar receptor será relativamente baixo, pois as directrizes da IFC referem que qualquer descarga térmica não deve resultar num aumento de temperatura superior a 3°C no limiar da zona de mistura*. Considerando que já existe a Plataforma Coral Sul FLNG a operar, recomenda-se que a modelação seja feita com base em dados reais do Projecto Coral Sul, uma vez que já existem relatórios de monitoria das descargas actuais;
- w) Ainda na subsecção 7.5.3, faz-se menção que será feita a monitoria semestral da temperatura da água do mar receptora para garantir a conformidade com o padrão limiar da zona de mistura. Portanto, deve-se indicar os pressupostos que

determinaram o estabelecimento da periodicidade (semestral) para a referida monitoria;

- x) Na página 49, 7.5.3 Fase de Operação Impacto QAG2: Aumento potencial da temperatura da água do mar devido à descarga da água de refrigeração da FLNG, é apresentada a análise dos impactos das descargas de água de refrigeração, fazendo recurso a modelação das descargas a uma profundidade média de 5 m, num cenário de baixas correntes, concluindo que, neste cenário de descarga, não se observa aumento de temperatura superior ao recomendado pelos padrões no limiar da zona de mistura de 100m de raio. Contudo, esta análise é apenas ao nível de dispersão horizontal. Seria importante analisar também a dispersão no eixo vertical tendo em conta que a temperatura afecta a estabilidade e estrutura vertical das massas de água e, portanto, a sua distribuição circulação vertical. Gráficos de perfis verticais da temperatura em diferentes posições ao longo de um transecto da zona de mistura seria muito útil nesta análise;
- y) Na página 56, sobre qualidade de água, é feita seguinte afirmação: *“a localização da FLNG Coral Norte também não é susceptível ao enriquecimento excessivo de nutrientes (eutroficação). Os sistemas mais susceptíveis à eutroficação são aqueles com troca de marés e mistura limitadas, longo tempo de retenção, massas de água estratificadas verticalmente e concentrações de fundo relativamente baixas de sedimentos em suspensão”* como justificativa de descarga de nitratos de cerca de 1 mg/l. Entende-se que estas descargas se conformam com a legislação nacional em relação a este poluente. Contudo, esta afirmação deve ser suportada com evidências científicas ou referências bibliográficas;
- z) Quanto a avaliação do impacto de degradação da qualidade da água do mar devido a descarga de água produzida na fase de operação, a tabela 7.29 (subsecção 7.5.3 -Vol. II) apresenta as concentrações de descarga, e nota-se que os parâmetros estão muito acima dos limites estabelecidos na legislação, principalmente no que tange ao parâmetro DBO5. De referir que, com o Projecto Coral Sul em implementação, já existe experiência adquirida. Deste modo, o presente estudo deverá apresentar alternativas viáveis face ao tratamento da água produzida, por forma a que os parâmetros estejam em conformidade com a legislação, antes da sua descarga;
- aa) Na página 81, o documento refere que irá se “garantir o manuseamento, tratamento e eliminação adequados de resíduos sólidos perigosos, não perigosos e biomédicos, de forma a cumprir as normas nacionais ambientais aplicáveis (Decreto n.º 13/2006), normas técnicas, normas internacionais e melhores práticas. De referir que o Decreto nº 13/2006 foi revogado pelos Decretos nº 94/2014, de 31 de Dezembro, que aprova o Regulamento sobre a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, e nº 83/2014, de 31 de Dezembro, que aprova o Regulamento sobre a Gestão de Resíduos Perigosos. Por outro lado, os resíduos biomédicos deverão ser geridos em conformidade com o Regulamento sobre a Gestão de Lixo biomédico, aprovado pelo Decreto nº 8/2003, de 18 de Fevereiro;
- bb) O documento em análise não fornece informação sobre a capacidade da clínica a bordo da FLNG, serviços que serão fornecidos, nem o número de trabalhadores

que estarão afectos a esta clínica. Deve-se apresentar a informação sobre a capacidade da clínica a bordo da FLNG, serviços que serão fornecidos, incluindo o número de trabalhadores que estarão afectos a esta clínica;

- cc) Nas páginas 101 e 102, na subsecção 7.7.3.2. Avaliação de Impactos, relativamente ao Impacto BIO9: Efeitos da descarga de drenagem de convés, água de porão e esgotos na ecologia marinha devido a mudanças na qualidade da água, nas medidas de mitigação faz-se referência que *o esgoto deve ser tratado na (estação de tratamento a bordo) antes da descarga em conformidade com regulamento da MARPOL 73/78 e apresentam valores limites de emissão para parâmetros de pH, SST, DBQ e coliformes*. Recomenda-se a apresentação do parâmetro de emissão de Azoto deste mesmo regulamento para efeitos de referência;
- dd) Na página 145, faz-se menção que a FLNG terá uma clínica a bordo que tratará de questões menores de saúde dos trabalhadores. No entanto, não clarifica de que questões menores se trata;
- ee) Ainda na página 145, na subsecção 7.8.1, sobre actividades geradoras de impacto, o documento refere que *“...para os serviços sociais, a grande maioria da mão-de-obra do Projecto Coral Norte terá uma interacção muito limitada com a estrutura sanitária de Pemba e/ou com as populações locais, e como tal não foram identificados impactos a este nível”*. Não obstante esta afirmação, o pessoal em terra afecto a Base Logística em Pemba, ligado aos serviços de apoio (terminal marítimo, oficinas de manutenção, escritórios, instalações logísticas, etc.), pode ter algum impacto no perfil de saúde local, geralmente no aumento da incidência de doenças, incluindo as sexualmente transmissíveis. Por esta razão, julgamos ser pertinente que este impacto seja avaliado, de modo que se perceba como é que se modificam os indicadores de saúde nas áreas afectadas pelos trabalhadores do projecto;
- ff) Na página 177, na Tabela 7.4.1. Resumo dos Impactos do Projecto, nas principais medidas de mitigação do impacto BIO10, refere-se que os resíduos alimentares serão tratados de acordo com os regulamentos da MARPOL: 73/78, recomenda-se a descrição do procedimento de tratamento destes resíduos.

Volume III - - Plano de Gestão Ambiental

- gg) Na página 1, subsecção 1.1.1. Contexto, a sigla EPCC não consta na lista de acrónimos e abreviaturas;
- hh) Na página 25, subsecção 4.3.1.1: Esgoto/Água Sanitária, a Tabela 4.2 apresenta-se os limites de emissões do Projecto para descarga de esgotos, de acordo com as directrizes da MARPOL, remetendo-nos ao Decreto nº 45/2006, de 30 de Novembro, que aprova o Regulamento sobre a Prevenção da Poluição e Protecção do Ambiente Marinho e Costeiro. Recomenda-se a consideração dos Decretos nº 18/2004, de 2 de Junho, que aprova o Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Efluentes e nº 67/2010, de 31 de Dezembro, que introduz emendas ao primeiro. Os padrões constantes nestes instrumentos legais

não podem ser interpretados como sendo apenas relativos a descargas para águas superficiais/interiores ou terra;

- ii) Na página 26, subsecção 4.3.1.2: *Água Produzida*, vem referenciado no documento que as regulamentações nacionais não especificam limites de emissão para descargas de efluentes industriais em mar alto, e que para estes casos, aplicam-se as Directrizes SSA da IFC para Projectos de Petróleo e Gás Offshore, estas directrizes que abordam apenas parâmetros de teor de gorduras, para águas de porão como ilustrado na tabela 4.3. Uma vez que a água produzida no processo de exploração de petróleo e gás, é um efluente industrial que não contém apenas teor de óleos e gorduras, apresenta uma série de outros contaminantes, recomenda-se a consideração de outros parâmetros, para além dos teores de óleos e gorduras, e a observância do Decreto nº 67/2010, de 31 de Dezembro;
- jj) Na página 61, a Tabela 9.10: Acções de monitorização, descrição e cronograma de implementação - gestão de efluentes de embarcações, apresenta como acção de monitorização *a preparação de um Plano de Gestão de Água de Lastro e manter um Livro de Registro de Água de Lastro, onde todas as operações de lastro são registadas; e a garantia de que nenhuma actividade de lastro ocorrerá na área próxima à costa e sobre a plataforma continental*, sendo limitada a águas profundas em alto mar. Temos a referir que o acima descrito não corresponde a acções de monitoria, mas sim de mitigação, devendo merecer um melhor alinhamento no documento. Adicionalmente, o Plano de Gestão das Águas de Lastro é parte integrante do PGA, e a sua elaboração não se pode remeter ao futuro.
- kk) Relativamente ao Programa de Formação Ambiental e Social, na página 112, subsecção 9.5.6.2, faz-se menção que o programa de formação terá como grupo-alvo todos os empregados relevantes e na subsecção 9.5.6.1: (Justificação e Objectivos) refere-se que “todas as actividades do projecto serão conduzidas de modo a prevenir e minimizar impactos negativos. Para esse efeito, é necessário treinar todos os trabalhadores.” Deve-se harmonizar as duas citações;
- ll) Os Planos de Resposta a Emergências Médicas e para Pandemias constantes na página 116 e seguintes, não fornecem detalhes sobre, como a clínica a bordo da FLNG encontra-se organizada para que possa dar resposta a possíveis situações de emergência que exijam isolamento, como também, não esclarece sobre os procedimentos de evacuação e transporte para uma unidade sanitária em terra, caso a situação o exija. Recomenda-se que os Planos de Resposta a Emergências Médicas e para Pandemias forneçam detalhes sobre aspectos organizacionais da clínica a bordo da FLNG com vista a dar resposta a possíveis situações de emergência que exijam isolamento, incluindo os procedimentos de evacuação e transporte para uma unidade sanitária em terra, caso a situação o exija;
- mm) Na página 183, Tabela 7.43: Resumo dos impactos do Projecto - Eventos não planeados faz-se menção que “um Plano de Contingência de Derrame de Hidrocarbonetos específico para o Projecto Coral Norte será preparado e submetido para aprovação do regulador”. Estando na fase de avaliação do REIA e considerando que o Plano de Contingência de Derrame de Hidrocarbonetos é

parte integrante do PGA, este deve ser preparado e submetido para a sua avaliação;

nn) Em relação a monitoria de Fauna Marinha, o PGA centra-se sobre registos visuais (directos ou por ROV) como únicos métodos para aferir a presença ou ausência de determinadas espécies. Isto poderá ser o resultado de não ter avaliado no REIA todos os impactos que advêm de efeitos acústicos. Assim sendo, recomenda-se a inclusão de outros métodos para a monitoria da fauna marinha tendo em conta que os ruídos também tem sobre a mesma os seguintes impactos:

✦ Efeito físico em peixes

- Para algumas espécies é letal o uso de sons de baixa-frequência (<500 Hz) com repercussão de som sob um nível de exposição de 24 horas a uma acústica >170 dB. (Níveis de pressão dos 120 dB são considerados não saudáveis e níveis da ordem dos 150 dB causam danos físicos).

✦ Efeitos no comportamento dos Peixes;

- Ocorre uma mudança na velocidade e padrão de nado;
- Altera completamente a distribuição vertical embora ocorra apenas no período da repercussão do som.

✦ Efeitos nas Tartarugas Marinhas

- Perda auditiva

✦ Efeitos sobre os mamíferos marinhos

- Abandono das áreas de reprodução, rotas migratórias;
- Interferência com o comportamento alimentar e seu padrão;
- Alteração nos padrões de mergulho e respiratórios nas baleias;
- Mudança na socialização aumentando os níveis de agressividade;
- Mudança nos padrões de vocalização;
- Mudança do padrão de ecolocalização.

Volume IV - ANEXOS

oo) Na subsecção, AIV.1.4.1. Fonte de Emissões, refere-se que *os dados de emissão para cada cenário de modelação foram obtidos a partir das estimativas preparadas para o Projecto Coral Sul FLNG, considerando que as condições operacionais e fontes de emissão para os dois Projectos são idênticas e, na subsecção AIV.1.4.1.2. Cenário 2 (Fase Operacional), refere-se que não foram consideradas emissões fugitivas, e foram excluídas as emissões descontínuas planeadas, assim como, foram consideradas as mesmas fontes de emissão do cenário 2, para o cenário 4 (cumulativo das Operações simultâneas do Coral Norte e o Coral Sul).*

Tendo em consideração que a fase operacional (cenário 2) levará um longo período temporal (mais ou menos 25 anos) tanto para o Coral Norte, assim como para o Coral Sul, associado ainda ao efeito cumulativo dos dois Projectos estarem a operar simultaneamente (cenário 4). Recomenda-se que seja feita a avaliação

dos impactos na qualidade do ar tanto para o cenário 2 assim como para o cenário 4, e que sejam consideradas as emissões fugitivas e as descontínuas planeadas. É pertinente ainda, que se apresente as estimativas das quantidades de queima a serem consideradas no caso das emissões planeadas.

Volume V - Relatório do Processo de Participação Pública

Na Tabela 4.1: Principais comentários recebidos ao longo do PPP (EPDA e EIA) do Projecto Coral Norte, na pág. 16, no 36 da Tabela, refere-se que “Este requisito não é aplicável ao Projecto Coral Norte, conforme ofício do INAMAR à MRV (ofício n.º 240/175/INAMAR, IP/CA, de 05/06/2023), que confirma a inaplicabilidade do Regulamento que Estabelece o Regime Jurídico de Utilização do Espaço Marítimo (“RJUEM”) nacional, aprovado pelo Decreto n.º 21/2017, de 24 de Maio, ...”. Contudo, o Ofício em referência não é apresentado em anexo ao REIA;

10. Conclusões e Recomendações

Analisada a documentação submetida no âmbito da Avaliação do Impacto Ambiental do Projecto, conclui-se que a mesma fornece informação aceitável para a tomada de uma decisão favorável à aprovação do REIA. Contudo, para além dos aspectos previstos no Relatório de Estudo do Impacto Ambiental e no respectivo Plano de Gestão e Monitorização Ambiental recomenda-se:

- a) A observância do Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto n.º 54/2015, de 31 de Dezembro e do Regulamento Ambiental para as Operações Petrolíferas, aprovado pelo Decreto n.º 56/2010, de 22 de Novembro;
- b) A observância dos Decretos n.º 18/2004, de 2 de Junho, que aprova o Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Efluentes e n.º 67/2010, de 31 de Dezembro, que introduz emendas ao primeiro. Adicionalmente, os padrões constantes nestes instrumentos legais não podem ser interpretados como sendo apenas relativos a descargas para águas superficiais/interiores ou terra;
- c) Que após a concepção do projecto da Unidade de Tratamento de Água Produzida, o mesmo seja submetido à Autoridade de Avaliação de Impacto Ambiental e ao INP para a devida apreciação e para que conste do processo;
- d) O cumprimento da cota estabelecida pela Lei do Trabalho na contratação da mão-de-obra estrangeira;
- e) A submissão à Autoridade de Avaliação do Impacto Ambiental, do “ofício do INAMAR à MRV (ofício n.º 240/175/INAMAR, IP/CA, de 05/06/2023), que confirma a inaplicabilidade do Regulamento que Estabelece o Regime Jurídico de Utilização do Espaço Marítimo (“RJUEM”) nacional, aprovado pelo Decreto n.º 21/2017, de 24 de Maio”, referido na página 16 do volume V (Relatório de Participação Pública);
- f) A submissão à Autoridade Marítima, do Plano de Contingência Individual para derrames de hidrocarbonetos para apreciação e posterior aprovação, em

cumprimento ao disposto no nº 7 do Regulamento para a Prevenção da Poluição e Protecção do Ambiente Marinho e Costeiro, aprovado pelo Decreto nº 45/2006, de 30 de Novembro;

- g) A implementação rigorosa dos Planos de Gestão de Resíduos e de Efluentes proposto, de modo a assegurar que sejam alcançados os propósitos almejados com a concepção do Projecto e a implementação de medidas de mitigação e optimização aplicáveis para reduzir a significância dos potenciais impactos negativos e aumentar os benefícios dos potenciais impactos positivos;
- h) A submissão de dados sobre a composição química do gás, do condensado e da água produzida no Projecto Coral Sul para a sua consideração como referência no presente Projecto, uma vez que o Projecto Coral Norte ainda não dispõe de dados, e partilha o mesmo reservatório com a Coral Sul.
- i) A realização de análises da composição química da água produzida tratada antes da sua descarga no mar, uma vez que o REIA se refere a este como meio receptor;
- j) Que seja garantida na Gestão de Resíduos de Perfuração (aparas e LTOBM), a aplicação do método de tratamento da unidade de dessorção térmica (TDU) realizado em terra e que é mais seguro, como também referenciado no presente REIA como sendo a opção do Projecto para o tratamento destes resíduos em operações normais;
- k) O tratamento de resíduos de acordo com o Regulamento sobre a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (Decreto nº 94/2014, de 31 de Dezembro) e com o Regulamento sobre a Gestão de Resíduos Perigosos (Decreto nº 83/2014, de 31 de Dezembro);
- l) A realização ao longo do período de desenvolvimento do Projecto, de auditorias ambientais independentes, em conformidade com o Regulamento sobre o Processo de Auditoria Ambiental, aprovado pelo Decreto nº 45/2024, de 26 de Junho;
- m) A quantificação dos combustíveis usados no empreendimento, tanto pelas viaturas, embarcações e pelas máquinas/equipamentos diversos, de modo a permitir a quantificação dos gases com efeito estufa emitidos, incluindo as emissões de Metano geradas durante a fase de operação do Projecto;
- n) A comunicação ao MTA e MIREME, de qualquer eventualidade não prevista na presente avaliação;
- o) A observância dos objectos dos Decretos nº 83/2021, de 18 de Outubro, que cria o Instituto de Transporte Marítimo (ITRANSMAR, IP) e nº 88/ 2021, de 28 de Outubro, que cria o Instituto Nacional do Mar, IP (INAMAR, IP), visto que ambas entidades se complementam nas suas funções;
- p) Que o proponente do Projecto coordene com as entidades marítimas competentes, para acautelar questões de sinalização das rotas na área de influência do Projecto para evitar potenciais acidentes, tendo em conta que está previsto um aumento do tráfego marítimo para e/da plataforma FNLG;

- q) Que o proponente do Projecto entre em contacto com a Autoridade Marítima, para a certificação e licenciamento de todo o equipamento marítimo a ser usado em todas as fases do Projecto, em cumprimento à Resolução nº 15/2022, de 19 de Setembro, que aprova o Estatuto Orgânico do INAMAR, IP;
- r) Que seja garantida a implementação de acções de responsabilidade social para as comunidades circunvizinhas à área do Projecto, de acordo com Política de Responsabilidade Social Empresarial para a Indústria Extractiva de Recursos Minerais, aprovada pela Resolução nº 21/2014, de 16 de Maio;
- s) A recuperação de danos ambientais que possam ser causados pelas actividades do empreendimento, incluindo a restauração de ecossistemas que possam ser destruídos durante a vigência do Projecto.

11. Considerações Finais

Feita a revisão do REIA pela Comissão Técnica de Avaliação e tendo em conta as constatações e recomendações acima apresentadas e que não inviabilizam a sua aprovação, e tratando-se ainda de um documento de consulta e de natureza pública, o proponente deverá submeter à DINAB, em seis exemplares em formato físico e seis em formato electrónico, o REIA revisto tendo em conta os comentários e constatações apresentados no ponto 9 do presente relatório de revisão, no prazo de 45 dias após a recepção da nota de aprovação. Um exemplar nos formatos físico e electrónico deverá ser submetido ao SPA de Cabo Delgado.

Para o acompanhamento do desempenho ambiental da actividade, o MTA juntamente com outros sectores visados, reserva o direito de realizar auditorias e fiscalização ambientais periódicas à actividade. Adicionalmente, o proponente deverá submeter semestralmente, o Relatório de Desempenho Ambiental à AQUA, DINAB, INP, ITRANSMAR, IP, INAMAR, IP, InOM, Serviço Provincial do Ambiente de Cabo Delgado, Serviço Provincial de Infraestruturas de Cabo Delgado, Governo do Distrito de Palma e noutros sectores chave.

O Relatório de Desempenho Ambiental deverá incluir para além de outros dados pertinentes, dados sobre efluentes e resíduos sólidos gerados e tratados, localização dos pontos de colecta, periodicidade das amostragens, consumos de combustíveis, incluindo incidentes, aspectos ambientais críticos e monitoria de conflitos, parâmetros monitorados, com ênfase nos resultados das análises da composição química da água produzida tratada antes da sua descarga.

A FLNG da Coral Norte, sendo uma réplica da FLNG da Coral Sul, o proponente deve acautelar as fraquezas que esta demonstrou, sobretudo no ambiente marinho.

O não cumprimento das recomendações acima mencionadas, constitui infracções administrativas e puníveis por lei, com penas pré-estabelecidas no Artigo 28 do Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto nº 54/2015, de 31 de Dezembro.

A Equipa Técnica de Revisão

N.	Nome do Técnico	Instituição	Especialidade	Assinatura
1	Josefa Jussar	MTA/DINAB	Eng ^a . Química	Josefa Jussar
2	Nilsa Racune	DINAB/DAA	Bióloga	Nilsa Racune
3	Eunice Rafael Cuna	INTRANSMAR, IP	Enga. Ambiental	Eunice Rafael
4	Atália Muvelo	MTA/DINAB	Tec. Sup. Ad. Pública	Atália Muvelo
5	Leonardo Guirruta	MTA/DGR	Eng. Químico	Leonardo Guirruta
6	Anselma Munguambe	MIMAIP/INAMAR, IP	Educadora Ambiental	Anselma Munguambe
7	Maria Perpétua Scarlet	UEM/Fac. De Ciências	Bióloga Marinha	Maria Perpétua Scarlet
8	Guilhermina Honwana	INP	Enga. Ambiental	Guilhermina Honwana
9	Paulo Albano	DINAB/DAA	Meteorologista	Paulo Albano
10	Gércia Lopes	MIMAIP/IDEPA, IP	Socióloga	Gércia Lopes
11	Calton Lençol	MISAU/DNSP	Saúde Pública	Calton Lençol
12	Armindo Araman	MTA/ANAC	Ecologia e Conservação da Natureza	Armindo Araman
13	Manuel Poio	MTA/DGA	Geógrafo	Manuel Poio
14	Emídio Raul	InOM	Biólogo	Emídio Raul
15	Lígia Filomena Chamo	DINAB/RAACB	Tec. Sup. Ad. Pública	Lígia Filomena Chamo

Maputo, Outubro de 2024

Anexo III – Cálculo das Emissões de GEE do Projecto

AIII.1. Metodologia de Cálculo de GEE e Energia

AIII.1.1. Directrizes de Referência

Os métodos de cálculo e os factores utilizados para gerar os valores de Gases com Efeito de Estufa (GEE) do Projecto foram obtidos de directrizes e padrões internacionalmente aceites e são referenciados em todas as secções, quando apropriado. Foram consideradas as directrizes de quatro organizações principais:

- Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC) – Directrizes para Inventários Nacionais de GEEs;
- Instituto Americano do Petróleo (*American Petroleum Institute* - API) – Compêndio de metodologias de estimativa de gases com efeito de estufa;
- Agência de Protecção Ambiental dos Estados Unidos (US-EPA) – AP-42;
- Instituto do Petróleo (IdP) - Directrizes para o Cálculo das Estimativas de Uso de Energia e Emissões Gasosas na Desactivação de Estruturas Offshore.

Além do acima exposto, foi referenciada a ISO 6976:2016: Gás Natural - 'Cálculo dos valores caloríficos, densidade, densidade relativa e composição de oscilação' para os métodos de cálculo padrão dos parâmetros de composição (ou seja, valores de poder calorífico inferior (PCI)).

AIII.1.2. Definições do Âmbito dos GEEs

Para o inventário são aplicadas as seguintes definições, alinhadas com o Protocolo de GEE:

- **ÂMBITO 1:** emissões directas de gases com efeito de estufa de fontes que pertencem ou são controladas pela empresa, por exemplo, emissões provenientes da combustão de caldeiras, fornos, veículos, etc., emissões provenientes da produção química em equipamentos de processo próprios ou controlados;
- **ÂMBITO 2:** o Âmbito 2 inclui as emissões de GEE da geração de electricidade comprada, consumida pela empresa. A electricidade comprada é definida como a electricidade que é comprada ou de outra forma trazida para dentro do limite organizacional da empresa. As emissões de Âmbito 2 ocorrem fisicamente nas instalações onde a electricidade é gerada;
- **ÂMBITO 3:** o Âmbito 3 é uma categoria opcional de reporte que permite o tratamento de todas as outras emissões indirectas. As emissões do Âmbito 3 são uma consequência das actividades da empresa, mas ocorrem a partir de fontes não detidas ou controladas pela mesma. Alguns exemplos das actividades do Âmbito 3 são a extracção e produção de materiais adquiridos; o transporte de combustíveis adquiridos e a utilização de produtos e serviços vendidos.

A categoria do Âmbito 3 foi subdividida em emissões a montante e a jusante.

- As fontes de emissões a montante incluem os navios e os voos de helicóptero;
- As fontes de emissões a jusante incluem o transporte e utilização do produto de GNL.

AIII.1.3. Limite de Avaliação

Embora o foco principal desta avaliação seja quantificar as emissões operacionais anuais e ao longo da vida útil (incluindo arranque, manutenção e paragem), foi também preparada uma estimativa de magnitude em alto nível para as outras fases do projecto, incluindo perfuração, instalação e desactivação.

A avaliação das emissões de GEE abrange as fontes de emissões do Âmbito 1 e do Âmbito 3 a montante. O Âmbito 2 não se aplica ao projecto, uma vez que o FLNG não importa electricidade.

As emissões de Âmbito 3 a jusante (i.e., do utilizador final do produto de GNL) foram excluídas, dado que as mesmas estão associadas a operações fora da jurisdição de gestão da MRV.

O limite da avaliação está ilustrado na figura abaixo, mostrando as fases dentro do limite desta avaliação (azul) e as excluídas (cinza). As fontes individuais em cada fase são discutidas na secção seguinte.



Figura AIII.1: Limite de avaliação de GEEs

AIII.1.4. Fontes de Emissões

Esta avaliação tem o objectivo de cobrir as emissões das fases de perfuração, instalação, operações e desactivação do projecto, discutidas nas secções seguintes:

AIII.1.4.1. Perfuração e Instalação

As emissões durante as fases de perfuração e instalação do projecto irão surgir principalmente do uso de combustível nas embarcações marítimas envolvidas nos trabalhos submarinos e de instalação. Quantidades menores de emissões serão emitidas pelos voos de helicóptero para as mudanças de tripulação que trabalha offshore. Os tipos e números de embarcações durante cada fase foram indicados na Tabela AIII.1, como previsto pela MRV.

Tabela AIII.1: Embarcações de perfuração e instalação

Actividade	Tipo de embarcação	Número
Perfuração	Navio de Perfuração	1
	Embarcação de Abastecimento da Plataforma (<i>Platform Supply Vessel</i>)	3
Instalação submarina/pré-amarração	Navio de instalação	2
	Embarcação de Abastecimento da Plataforma (<i>Platform Supply Vessel</i>)	3
	Embarcação Multifunções	1

AIII.1.4.2. Fontes de Emissão Operacionais

AIII.1.4.2.1. Emissões de Âmbito 1

As várias fontes de emissões operacionais nas instalações da Coral Norte incluem:

- 4 x Geradores de Turbina a Gás (GTG);
- 4 x Compressores de Turbinas a Gás (CTG); 2 x comboios MR1, 2 x comboios MR2;
- 1 x Incinerador térmico CO₂;
- Queima; 2 x Alta Pressão (AP), 2 x Baixa Pressão (BP) e 1 x Baixa-Baixa Pressão (BBP);
- Utilização intermitente de gasóleo (ou seja, durante o arranque antes da disponibilidade de combustível, geradores de emergência a diesel durante as paragens (TAR) e para outros itens de utilização curta, como as Bombas de Água de combate a incêndios);
- Emissões fugitivas.

A Coral Norte foi projectada para queima zero durante operações de rotina com emissões de queima limitadas à combustão do fluxo piloto e de purga (gás natural). A queima não rotineira só ocorrerá durante o arranque, TAR e condições anormais (não planeadas).

Não estão planeadas emissões de Âmbito 2, uma vez que não haverá fornecimento de energia ou calor importados a partir de fontes de energia adquirida.

AIII.1.4.2.2. Emissões de Âmbito 3

Outras fontes de emissões durante a operação incluem os seguintes navios de apoio/abastecimento:

- 1 x Flotel (apenas para a fase inicial de comissionamento);
- 3 x Embarcação de Abastecimento da Plataforma (navegando entre a FLNG e Pemba);
- 3 x Rebocadores¹.

Além do acima exposto, haverá voos de helicóptero para a mudança de turnos da tripulação.

AIII.1.4.3. Fontes da Desactivação

Semelhante à fase de instalação, as emissões da fase de desactivação estarão associadas à utilização de embarcações marítimas para a remoção da FLNG e voos de mudança da tripulação durante o período de desactivação.

A avaliação não inclui as emissões resultantes da desmontagem e/ou reciclagem da embarcação e do equipamento associado depois da FLNG ser levada para o local de desactivação

Para efeitos desta avaliação, assume-se que a infra-estrutura submarina será deixada *in situ* para um método de remoção de "corte e navegação".

A pressuposta dimensão da frota de embarcações é apresentada na Tabela AIII.2 abaixo.

¹ Sabe-se que estarão em operação 6 x rebocadores, partilhados com a Coral Sul. Para efeitos desta avaliação, assume-se uma divisão igual.

Tabela AIII.2: Embarcações da fase de desactivação

Tipo de embarcação	Número
Flotel	1
Navio de instalação	2
Embarcação Multifunções	3
Rebocadores	5
Embarcação de Abastecimento da Plataforma	1

AIII.1.5. Abordagem de Quantificação

A quantificação das emissões de GEE foi realizada utilizando abordagens reconhecidas pela Corporação Financeira Internacional (IFC) e pelo Banco Europeu para a Reconstrução e Desenvolvimento (BERD) para o desenvolvimento de Inventários de GEE, ou seja, a abordagem está alinhada com o padrão do protocolo de GEE para a contabilidade de carbono do projecto.

As directrizes de quantificação de GEE da indústria (ou seja, o Compêndio de GEE da API) preferem o uso de factores de emissão derivados das composições de combustível disponíveis em vez de valores médios padrão para aumentar a precisão e relevância das operações reais.

Para fontes padrão de combustão (internas), foram calculados factores de emissão específicos de CO₂ com base nos dados de composição do combustível fornecidos e assumindo uma oxidação de 100% (ver secção seguinte). Conforme as melhores práticas da indústria (ou seja, o Compêndio de GEE da API), é conservador assumir algumas emissões de metano, mesmo quando é utilizado um factor de oxidação de 100%. Para esse fim, os factores de emissão específicos de GEE para o CH₄ e o N₂O foram obtidos a partir de orientações da US-EPA e da IPPC.

Para a queima de gás, o CO₂ e o CH₄ foram calculados com base num factor de oxidação de 98%. As emissões de N₂O são consideradas quantidades mínimas.

As emissões anuais são calculadas com base numa abordagem padrão de factores de emissão, resumidas da seguinte forma:

$$E = EF_{GHG} \times C_{Fuel} \times A \times OF \quad \text{Equação 1}$$

onde

- E são as emissões anuais (kg/h);
- EF_{GHG} é o factor de emissão para os GEE específicos (CO₂, CH₄, N₂), dados em kg GEE por kg de combustível;
- C_{fuel} é o consumo de combustível em kg/h;
- A é o factor de actividade (horas);
- DE é o factor de oxidação (também conhecido como eficiência de combustão).

AIII.1.5.1. Combustão Padrão

O factor de emissão de CO₂ para cada combustível foi calculado utilizando as composições disponíveis dos gases de combustão (Anexo III.A), seguindo o método apresentado nas directrizes² mais recentes do Compêndio de GEE da API, com base na reacção de combustão estequiométrica e no factor de oxidação assumido.

Isso é expresso de forma simplificada como:

$$EF_{CO_2} = \frac{\sum_g [MOLS_{CO_2,g} \times MW_{CO_2} \times OF] + [mol\%_{CO_2} \times MW_{CO_2}]}{MW_{fuel}} \quad \text{Equação 2}$$

onde

- EF_{CO_2} é o factor de emissão de CO₂ (kgCO₂ por kg de combustível queimado);
- $MOLS_{CO_2,g}$ é o número de moles de CO₂ produzidos a partir da combustão de 1 mole de componente combustível “g”;
- MW_{CO_2} é a massa molecular de CO₂ (44,01 kg/kmol);
- $mol\%_{CO_2}$ é o teor de mol% de CO₂ na composição do combustível;
- MW_{fuel} é a massa molecular do combustível;
- OF é o factor de oxidação.

AIII.1.5.2. Queima

No caso da queima de gás, o factor de oxidação é de 98%, o que significa que 2% do conteúdo de metano do combustível escapará da combustão sem ser convertido em CO₂. Assim, o factor de emissão de CH₄ pode ser calculado a partir do conteúdo de metano do combustível da seguinte forma:

$$EF_{CH_4} = \frac{(1 - OF) \times mol\%_{CH_4} \times MW_{CH_4}}{MW_{Fuel}} \quad \text{Equação 3}$$

onde

- EF_{CH_4} é o factor de emissão CH₄ (kgCH₄ por kg de combustível queimado);
- $mol\%_{CH_4}$ é o teor de mol% de metano na composição do combustível;
- MW_{CH_4} é a massa molecular de metano (16,01 kg/kmol);
- MW_{fuel} é a massa molecular do combustível;
- OF_{flare} é o factor de oxidação para queima (98%).

O factor de emissão de CO₂ para a queima é calculado de acordo com o método de combustão padrão (Secção AIII.1.2.1), embora seja utilizado um factor de oxidação de 98% na equação.

² API, Compêndio de Metodologias de Estimativa de Gases de Efeito Estufa (2021) (Online).

AIII.1.5.3. Factor de Oxidação

O factor de oxidação é a medida de quão completa é a conversão do gás em CO₂ durante a combustão. Esta avaliação está alinhada com os factores de oxidação recomendados pelas directrizes do Compêndio de GEE da API, com os seguintes valores:

Tabela AIII.3: Factores de oxidação

Tipo	Factor de oxidação
Combustão padrão (aquecedores, caldeiras, pilotos)	100%
Queima	98%

AIII.1.5.4. Potencial de Aquecimento Global

O Potencial de Aquecimento Global (GWP - *Global Warming Potential*) é uma ferramenta para avaliar e contrastar o impacto de cada GEE na atmosfera em relação à situação de referência do CO₂. O GWP existe para valores de impactos de 20 e 100 anos. O uso do GWP de 20 anos atribui mais peso aos GEE de curta duração (ou seja, metano, que permanece na atmosfera por décadas) e subestima o efeito prejudicial dos GEE de maior duração (ou seja, CO₂). Portanto, as directrizes internacionais favorecem o uso do GWP de 100 anos nos cálculos de inventário de GEE, o que equilibra o impacto dos GEE de curta e longa duração.

O uso do GWP de 100 anos nos inventários de GEE é internacionalmente aceite através do padrão Protocolo de GEE para Contabilização de Projectos³ para quantificar e comunicar as emissões de GEE. O Protocolo faz referência às directrizes da Agência de Protecção Ambiental (EPA), que utiliza o GWP de 100 anos para estar em conformidade com os requisitos da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (UNFCCC).

AIII.1.5.5. Equivalência em Dióxido de Carbono

Para cada actividade de combustão abrangida neste âmbito de trabalho, calculam-se as emissões de tonelagem de CO₂, CH₄ e N₂O. É prática padrão converter o valor de cada emissão num equivalente de CO₂ (CO_{2e}) multiplicando-se pelo GWP correspondente para os respectivos GEEs. Na forma de fórmula, isto inclui:

$$E_{CO_2e} = E_{s,CO_2} + (GWP_{CH_4} \times E_{s,CH_4}) + (GWP_{N_2O} \times E_{s,N_2O}) \quad \text{Equação 4}$$

onde

- GWP_{CH_4} e GWP_{N_2O} são os potenciais de aquecimento global para CH₄ e N₂O, respectivamente;
- E_{s,CO_2} , E_{s,CH_4} e E_{s,N_2O} CO₂, CH₄ e N₂O, determinados para cada fonte de GEE.

³ GHG Protocol, Corporate Standard for Carbon Accounting (Online). <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>

Esta avaliação está alinhada com os GWP apresentados no relatório AR-5 do IPCC⁴, com os seguintes valores:

- CO₂ – 1;
- CH₄ – 28;
- N₂O – 265.

AIII.1.5.6. Emissões de Embarcações

No que diz respeito às embarcações, as emissões foram calculadas da seguinte forma:

$$E_{Vessel} = A \times Fuel_{Vessel} \times 3.11 \text{ tCO}_2/t \quad \text{Equação 5}$$

onde

- E_{Vessel} são as emissões de CO₂ (toneladas) da embarcação;
- A é a duração da actividade (dias);
- $Fuel_{Vessel}$ é a taxa de consumo de combustível para a embarcação específica (ver abaixo);
- 3,11 é o factor de emissão para o fuelóleo⁵ naval.

O Instituto do Petróleo (IdP) publicou directrizes para estimar a energia e as emissões provenientes da desactivação offshore⁶. O documento de orientação fornece estimativas para o consumo de combustível para embarcações típicas, discriminadas por tipo e actividade, abrangendo o consumo de combustível durante a navegação e durante o trabalho e/ou a manutenção da posição no local.

Um resumo dos factores de consumo de combustível do IdP para as embarcações relevantes utilizadas nesta estimativa é apresentado na Tabela AIII.4 abaixo.

Tabela AIII.4: Taxas médias de consumo de combustível das embarcações

Embarcação	Consumo de combustível (toneladas/dia)	
	Navegação	Trabalho
Rebocadores	14	25
Flotel	40	30
Navio de Perfuração (a)	22	18
Navio de instalação (b)	50	5
Embarcação Multifunções	50	5
Embarcação de Apoio da Plataforma	15	1,5

Nota (a): Assume-se uma embarcação de apoio a mergulho

Nota (b): Assume-se que seja equivalente a um tipo de embarcação de manuseio de âncora

⁴ IPCC, AR-5 Relatório Síntese (Online) <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

⁵ Emissões de CO₂ e enxofre da indústria do transporte marítimo (online) [LINK](#)

⁶ IdP, Directrizes para o Cálculo das Estimativas de Uso de Energia e Emissões Gasosas na Desactivação de Estruturas Offshore.

AIII.1.5.7. Voos de Helicópteros de Serviço

As emissões dos voos de helicóptero foram calculadas da seguinte forma:

$$E_{Flight} = \frac{Distance}{Speed} \times FuelRate \times 3.1 tCO_2/tonne \quad \text{Equação 6}$$

onde

- *Distância* é a distância do voo (milhas);
- *Velocidade* é a velocidade média do helicóptero (ver abaixo);
- *Taxa de Combustível* é o uso médio de combustível do helicóptero;
- 3,1 é o factor de emissão da aviação (tCO₂/tonelada de combustível⁷).

As estatísticas de combustível e velocidade do helicóptero foram obtidas a partir das estatísticas de velocidade da directriz do IdP para três tipos comuns de modelos de helicópteros, conforme apresentado na tabela abaixo.

O modelo Sikorsky foi o escolhido para esta estimativa, pois representava a pior opção de economia de combustível dentre as opções disponíveis.

Tabela AIII.5: Combustível e velocidade de voo dos helicópteros (IdP)

Tipo	Velocidade (nós)	Velocidade (mph) ^(a)	Consumo de combustível (l/h)
Sikorsky	120	138,1	625

Nota: a) Com base na conversão de 1 nó = 1,15078 milhas por hora (mph)

AIII.1.5.8. Emissões da Fase de Desactivação

As emissões da fase de desactivação foram estimadas da mesma forma que para a instalação, usando taxas de combustível conhecidas e o cronograma de desactivação previsto (ver Secção AIII.6.7) para determinar a utilização de combustível que pode ser convertida para CO₂ utilizando o factor de emissão de referência.

Presume-se que a duração da desactivação inclui apenas a desconexão da FLNG do ascensor e o corte das âncoras. Não foi considerada a recuperação da infra-estrutura submarina.

AIII.1.6. Dados de Entrada

AIII.1.6.1. Dados de Referência

A FLNG Coral Norte é uma réplica da FLNG Coral Sul e, conseqüentemente, os dados da Coral Sul, incluindo estudos anteriores, são aplicáveis à Coral Norte. Assim, as seguintes secções usaram a

⁷ Verifavia, Como são calculadas as emissões de CO₂ dos aviões (online) <https://www.verifavia.com/greenhouse-gas-verification/fg-how-are-aircraft-co2-emissions-calculated-11.php>

documentação e informação da Coral Sul como entradas para os cálculos de GEE e energia para a Coral Norte.

AIII.1.6.2. Detalhes Operacionais

De acordo com a descrição do Projecto (ver Volume I), foram utilizados os seguintes parâmetros:

- Produção de LNG vida útil: 88,24 milhões de toneladas;
- Vida útil do projecto: 25 anos.

AIII.1.6.3. Cenários Operacionais

A avaliação inclui as emissões dos seguintes eventos operacionais:

- Comissionamento & arranque;
- Operação (em espera);
- Operação (descarga);
- Manutenção anual;
- TAR: 1 a cada 3 anos.

A FLNG Coral Norte irá operar com uma filosofia semelhante à utilizada para a Coral Sul, ou seja, máquinas online, cargas, durações e horários. Assim, a filosofia operacional para cada evento foi alinhada com a apresentada no *Estudo de Estimativa de Emissões Atmosféricas da Coral Sul*⁸, conforme detalhado nas tabelas abaixo.

Tabela AIII.6: Comissionamento e arranque

Fonte de emissão	Tipo de combustível	Número e carga	Carga	Eficiência	Horas de funcionamento
			kW	%	h
Geradores de Turbina a Gás	Diesel	2 x 20%	6.000	20%	Unidade 1: 1.752 Unidade 2: 1.704
Geradores de Turbina a Gás	Gás combustível (FG)	3 x 80%	23.970	35,4	Unidade 1: 1.848 Unidade 2: 1.728 Unidade 3: 1.584
Compressores MR1/MR2	Gás combustível (FG)	2 x 75%	22.650	33,3	Unidade 1: 2.256 Unidade 2: 2.112
Gerador Diesel Essencial (GDE)	Diesel	2 x 100%	8.000	44%	Unidade 1: 1.920 Unidade 2: 2.088
Incinerador CO ₂	Gás combustível & Fluxo de Resíduos	1 x 50%			2.568
Queima	Taxa de fluxo de admissão				Duração
Queima	Arranque da queima (gás bruto e azoto não queimado com uma taxa de fluxo de 80 MMSCFD)				24

⁸ Nota Técnica Cálculo dos KPIs de Sustentabilidade (000412_DV_EX.FAC.0682,000) Rev 05.

Fonte de emissão	Tipo de combustível	Número e carga	Carga	Eficiência	Horas de funcionamento
			kW	%	h
	Arranque da queima (gás bruto e azoto não queimado com uma taxa de fluxo de 120 MMSCFD)				120
Queima de Gás Bruto (Nota a)		268,900 Nm ³ /h			1.776

Nota (a): A queima de gás bruto está alinhada com o "Cenário 2 de Queima", como pior caso em termos de emissões.

Tabela AIII.7: Funcionamento normal (em espera)

Fonte de emissão	Tipo de combustível	Número e carga	Carga	Eficiência	Horas de funcionamento
			kW	%	Hora/ano
Gerador de Turbina a Gás	FG	3 x 70%	20.960	32,5%	6.934
Compressor MR1	FG	2 x 100%	30.225	37,3%	6.934
Compressor MR2	FG	2 x 100%	30.195	37,3%	6.934
Incinerador CO ₂	FG & Fluxo de Resíduos	1 x 100%			6.934
Chamas (Piloto Contínuo e Purga)	Taxa de fluxo de admissão			Horas de funcionamento	
	Nm ³ /h	kg/h		Hora/ano	
Queima AP 1	51,2	35,92		6.934	
Queima AP 2	83,6	58,65		6.934	
Queima BP 1	36,4	2,55		6.934	
Queima BP 2	29,7	20,84		6.934	
Queima BBP	21,6	15,15		6.934	

Tabela AIII.8: Funcionamento normal (descarga)

Fonte de emissão	Tipo de Combustível	Número e carga	Carga	Eficiência	Horas de funcionamento
			kW	%	Hora/ano
Gerador de Turbina a Gás	Gás combustível (FG)	4 x 80%	23.970	35,4%	1.300
Compressor MR1	Gás combustível (FG)	4 x 100%	30.225	37,3%	1.300
Incinerador CO ₂	FG & Fluxo de Resíduos	1 x 100%			1.300
Flare (Piloto Contínuo e Purga)	Taxa de Fluxo de Admissão			Horas de funcionamento	
	Nm ³ /h	kg/h		Hora/ano	
AP	51,2	35,92		1.300	
AP	83,6	58,65		1.300	
BP	36,4	2,55		1.300	
BBP	29,7	20,84		1.300	
BP	21,6	15,15		1.300	

Tabela AIII.9: Manutenção anual

Fonte de emissão	Tipo de combustível	Número e carga	Carga	Eficiência	Horas de funcionamento
			kW	%	Hora/ano
Gerador Diesel Essencial	Diesel	1 x 100%	2.600	35,4%	26
GDE	Diesel	3 x 100%	8.000	33,3%	26
Bomba de água para incêndios	Diesel	3 x 100%	1.765	40% (Nota a)	26

Nota a) Estimado em 40% para cumprir a taxa de emissão do fornecedor

Tabela AIII.10: Paragem (TAR)

Fonte de emissão	Tipo de combustível	Número e carga	Carga	Eficiência	Horas de funcionamento
			kW	%	Hora/ano
Gerador de Turbina a Gás	Gás combustível (FG)	2 x 80%	23.970	35,4%	672
Compressor MR1	Gás combustível (FG)	4 x 75%	22.670	33,3%	48
Gerador Diesel Essencial	Diesel	1 x 100%	8.000	44%	672
Incinerador Térmico CO ₂	FG & Fluxo de Resíduos	1 x 50%			48
Queima	Taxa de fluxo			Horas de funcionamento	
	Nm ³ /h	kg/h		Hora/ano	
Queima AP (20% da capacidade de produção)	33.554	23.541,01		48	
Queima AP (10% da capacidade de produção)	16.777	11.770,53		48	
Queima AP (80% da capacidade de produção)	134.215	94.163,57		48	
Operação de descarga de gás da Unidade de Processo	10.399,6	--		72	

AIII.1.6.2.1. Cronograma de Eventos

A Tabela AIII.11 mostra o cronograma usado para a estimativa de GEE para a fase operacional.

- A TAR é apresentada como um ciclo trienal, presumido que começa a partir do ano 3;
- Assume-se que a manutenção anual será implementada nas actividades de TAR por cada 3.º ano para minimizar o tempo de inactividade;
- As emissões fugitivas são consideradas contínuas.

Tabela AIII.11: Cronograma anual

Emissões de	Ano												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Arranque													
Operação													
Descarga													
TAR													
Manutenção Anual													
Fugitivos													
Emissões de	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Arranque													
Operação													
Descarga													
TAR													
Manutenção Anual													
Fugitivos													

AIII.1.6.4. Parâmetros de Combustível

Os parâmetros de combustível e de Queima foram apresentados na Tabela AIII.12. Os Poderes Caloríficos Inferiores (LHVs) do combustível e da chama foram calculados com base nas composições fornecidas no Anexo III.A. Devido à semelhança das composições da chama, a composição e o LHV da Unidade 360 foram assumidos para todos os cálculos de emissões, escolhidos para produzir uma estimativa conservadora com base nas emissões totais ligeiramente mais altas de GEE (ou seja, emissões mais altas de CH₄ por kg queimado). Os factores de emissão são apresentados na secção seguinte.

Foram assumidos parâmetros padrão para o diesel (obtidos a partir do guia do IPCC), enquanto os parâmetros de gasóleo marítimo e combustível de aviação foram retirados do guia do IdP, conforme a Tabela AIII.12 abaixo.

Tabela AIII.12: Parâmetros de combustível

Combustível	Massa molecular (kg/kmol)	LHV (MJ/kg)
Gás combustível (FG)	16,63	47,44
Gás Queimado (unidade 360)	16,61	49,56
Gás Queimado (unidade 335)	16,92	49,46
Diesel (nota a)		45,60
Gasóleo Marítimo		43,10
Combustível de aviação		46,10

Nota a) Valor padrão da Directriz IPCC 2019.

Nota b) Valor-guia preferencial do IdP (Directrizes para o Cálculo das Estimativas de Uso de Energia e Emissões Gasosas na Desactivação de Estruturas Offshore).

AIII.1.6.5. Factores de Emissão

Os factores de emissão por tipo de combustível são resumidos na Tabela AIII.13. Os factores de emissão foram calculados a partir de composições fornecidas usando a abordagem de balanço de massas da API, salvo indicação em contrário. Os factores de emissão da chama da Unidade 360 foram usados para todas as estimativas de chama devido ao maior teor de CH₄, a fim de obter uma estimativa mais conservadora.

Tabela AIII.13: Factores de emissão

Fonte	CO ₂ (kg/kg)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gás combustível (FG)	2,61	3.70 (nota a)	1.29 (nota a)
Diesel	3,19	3,0 (nota b)	0,6 (nota b)
Queima (unidade 360)	2,68	376,67 (nota c)	(Vestigial)
Queima (unidade 335)	2,69	367,04 (nota c)	(Vestigial)

Nota (a): Proveniente da US-EPA AP-42, Capítulo 3,1 para Turbinas a Gás. Unidades originais CH₄: 0.0086 lb/mmBTU; N₂O: 0.0030 lb/mmBTU.

Nota (b): Proveniente das Directrizes do IPCC 2019, Capítulo 2, Tabela 2.3.

Nota (c): Calculado, com base no factor de oxidação de 98%. 0.019 kgCH₄/kg de gás; LHV 49.56 MJ/kg.

AIII.1.6.6. Emissões Fugitivas

As emissões fugitivas referem-se às fugas de componentes nos tubos, como válvulas, flanges, vedações, etc.. Uma estimativa de emissões fugitivas foi realizada anteriormente na Estimativa de Emissões Atmosféricas de Coral Sul⁹. Devido ao design replicado, prevê-se que a Coral Norte apresentará as mesmas fontes de emissões fugitivas potenciais e, assim, foi utilizada a avaliação da Coral Sul das emissões fugitivas.

Tabela AIII.14: Taxas de emissões fugitivas

	Emissões Horárias (kg/h)			Tempo de Actividade Assumido
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	h/a
Emissões Fugitivas	0	92,22	0	8.760

AIII.1.6.7. Utilização de Embarcações

A utilização de embarcações para cada fase é apresentada na Tabela AIII.15 abaixo, com base na frota de embarcações e no cronograma de alto nível para as fases de perfuração e instalação fornecidas pela MRV. Os requisitos e durações da embarcação de desactivação são baseados na experiência de projectos anteriores.

A Coral Norte será construída na Coreia do Sul e rebocada até ao local, em Moçambique, com a ajuda de 5 rebocadores. Assumiu-se um período de navegação de quarenta e cinco (45) dias com

⁹ Coral Sul, Estimativa de Emissões Atmosféricas, 4404GGBFEZ4003T, Rev 04.

base numa distância aproximada de 8.690 milhas náuticas com uma velocidade de reboque de 8 nós.

As embarcações de apoio e/ou construção serão mobilizadas a partir de Pemba, Moçambique. A estimativa não considera o tempo de viagem até Pemba a partir do local de origem.

A duração da desactivação foi alinhada com a experiência de projectos anteriores, com base numa remoção mais curta do navio FLNG, onde a infra-estrutura subaquática é deixada *in situ*. Assume-se que o trabalho preparatório ocorrerá antes do início da fase de desactivação pela equipa operacional.

Tabela AIII.15: Calendário das embarcações

Actividade		N.º de Embarcações	Duração	Dias de trabalho Combinados
			Dias/cada	
Rebocar a FLNG do Estaleiro	Rebocadores	5	45	225
Perfuração e Instalação	Navio de Perfuração	1	200	200
	Navio de instalação	2	400	800
	Embarcação Multifunções	1	400	400
	Reboque (manutenção estacionária)	5	35	175
	Embarcação de Abastecimento da Plataforma (Nota: a)	3	57	171
Comissionamento e Operação	Flotel (apenas na fase de comissionamento)	1	278	228
	Reboque (manutenção estacionária)	3 (nota b)	9.125	27.375
	Embarcação de Abastecimento da Plataforma (Nota: a)	3	1.300	3.900
Desactivação	Navio de instalação	2	42	84
	Flotel	1	42	42
	Embarcação Multifunções	3	42	126
	Reboque (manutenção estacionária)	5	14 (nota c)	70
	Embarcação de Abastecimento da Plataforma (Nota: a)	1	5	5
Rebocar a FLNG para o Porto Local	Rebocadores	5	2	10

Nota a) Assume que as embarcações de abastecimento fazem 1 viagem de ida e volta por semana.

Nota b) Partindo do pressuposto que 6 rebocadores serão partilhados entre as FLNG Norte e Sul, considerou-se uma média de 3 para a Coral Norte

Nota c) Assume 2 semanas de manutenção estacionária à medida que as amarrações são desligadas.

AIII.1.6.8. Voos de Helicóptero

Os requisitos de voos são calculados conforme a Tabela AIII.16 com base na suposição de um período de turno padrão de duas semanas. Assumindo uma tripulação de 60 pessoas e uma capacidade de voo de 15, dá cerca de quatro voos por turno.

Para cada voo, assume-se que o helicóptero partirá de Pemba, a uma distância aproximada de 256 km (159 milhas). Isso equivale a cerca de 2,3 horas de tempo de voo por viagem de ida e volta, com base na velocidade de voo estimada de 138 milhas por hora.

Tabela AIII.16: Utilização de helicópteros

Fase	Base	Duração (semanas)	N.º de turnos (mudança de 2 semanas)	Voos por turno	Total de voos de ida e volta
Perfuração e Instalação	4 Voos por Turno	57	28	4	112
Comissionamento e Operação		1.300	650	4	2.600
Desactivação		6	3	4	12

AIII.1.7. Pressupostos

Uma série de pressupostos foram feitos nesta avaliação, conforme apresentado na Tabela AIII.17.

Tabela AIII.17: Pressupostos utilizados na avaliação de GEE

Aspecto	Descrição
Âmbitos de Emissão	Esta avaliação centra-se nas emissões do Âmbito 1 e do Âmbito 3 a montante (ou seja, emissões de embarcações de apoio). O Projecto Coral Norte não inclui a importação de energia, logo as emissões do Âmbito 2 não são aplicáveis.
Embarcações	Todas as embarcações utilizarão o porto de Pemba como base de mobilização durante os trabalhos de instalação/desactivação. Ou seja, esta avaliação não tem em conta o tempo de navegação de portos domésticos, com excepção de Pemba. A Coral Norte será construída em estaleiros na Coreia do Sul e rebocada até ao local, em Moçambique, com a ajuda de 5 rebocadores.
Voos de Helicóptero	Os voos têm origem na região de Pemba (cerca de 256 km do local).
Desactivação	O âmbito da estimativa de desactivação termina quando a Coral Norte é devolvida ao porto de desactivação. Não foi feita alocação de emissões decorrentes da desmontagem e de quaisquer outras actividades de desactivação
Operação	Manutenção – Foram estimadas emissões para as emissões anuais com uma manutenção anual planeada para o ano 1 (ano de arranque) ou para qualquer ano que coincida com uma TAR. Emissões de queima - Devido a composições de queima semelhantes para as chamas que servem a queima da unidade-360 e da unidade-335, a avaliação usou os factores de emissão calculados para a composição da unidade-360 e aplicados para todas as estimativas de emissões por queima. A chama da unidade 360 foi escolhida devido ao potencial ligeiramente maior dos gases com efeito de estufa (emissões de CH ₄ mais elevadas) para alcançar uma estimativa conservadora das emissões por queima. Queima durante o arranque - existem dois cenários para a queima durante o arranque. Para uma estimativa conservadora, esta avaliação está alinhada com o Cenário 2 (40% da capacidade de um único poço), pois é a taxa de queima mais alta das duas opções.

Aspecto	Descrição
	Bomba de Água Contra Incêndios (FWP) - a eficiência do motor da FWP é desconhecida, portanto, estima-se que 40% cumpram os níveis previstos de taxa de emissão. Como a FWP só seria usada por algumas horas a cada ano durante a manutenção, essa suposição não alterará significativamente a estimativa.
	Emissões Fugitivas - A estimativa da contribuição das emissões fugitivas foi alinhada com o estudo da Coral Sul. Para uma estimativa conservadora dessas emissões, as taxas de emissões fugitivas são consideradas contínuas ao longo do ano (ou seja, 8.760 horas por ano), independentemente da fase operacional da instalação.
Exclusões	Eventos não planeados – devido à natureza destes eventos, as emissões resultantes de eventos não planeados não foram incluídas na avaliação da situação de referência das emissões.
	As emissões do Âmbito 3 a jusante (utilizador final) foram excluídas, dado que as mesmas estão fora do âmbito de gestão da MRV.

AIII.2. Resultados

AIII.2.1. Consumo de Energia

AIII.2.1.1. Preâmbulo

Esta secção resume os requisitos energéticos do projecto Coral Norte durante as operações. Como a energia em unidades tradicionais de Joules é uma medida conceptual, é mais comum discutir a energia em termos de quantidades relevantes de material, como toneladas de combustível. Assim, esta secção fornece ambas as unidades de medida.

AIII.2.1.2. Requisitos de Energia por Modo Operacional

Os requisitos de combustível e energia da FLNG de Coral Norte por modo de operação e/ou evento foram resumidos na Tabela AIII.18 abaixo.

Tabela AIII.18: Combustível e energia anuais por modo de operação

Modo	Gás combustível (FG)	Diesel	Consumo Anual de Energia
	t/a	t/a	TJ
Arranque (apenas no 1º ano)	49.650,28	13.938,37	2.990,82
Operação (em espera)	275.610,42	-	13.073,94
Operação (descarga)	59.321,12	-	2.813,98
Paragem (1 a cada 3 anos)	7.909,92	964,59	419,20
Manutenção anual	-	151,26	6,90

Durante o funcionamento normal, os requisitos de gás combustível variam de 334,9 kt a 342,8 kt por ano, com o maior valor associado aos anos de TAR. Da mesma forma, os requisitos de gásóleo variam entre 0,15 kt (sem TAR) e 0,96 kt (com TAR) por ano.

AIII.2.1.3. Combustível para Embarcação de Apoio e Voos por Fase de Projecto

A utilização de combustível para as embarcações e os voos de helicóptero durante cada uma das fases é apresentada na Tabela AIII.19 abaixo, com base no cronograma das embarcações indicado na Tabela AIII.15 e nos voos da Tabela AIII.16. Durante as operações, estima-se que sejam usados por ano 17,9 kt de gasóleo marítimo e 125 t de combustível de aviação para as embarcações de abastecimento/apoio e voos, respectivamente.

Tabela AIII.19: Uso de combustível para embarcações de apoio e voos

Fase	Fonte	Utilização
		t
Perfuração e Instalação	Embarcações	27.696
	Voos	134,4
Comissionamento e Operação	Embarcações	448.590
	Voos	3.119,4
Desactivação	Embarcações	6.795
	Voos	14,4

AIII.2.1.4. Consumo durante a Vida Útil da Operação

Com base no cronograma operacional (Tabela AIII.11), os requisitos de combustível ao longo da vida útil da Coral Norte foram calculados e apresentados na Tabela AIII.20 abaixo para cada fase do projecto. Os requisitos de combustível para embarcações de apoio e voos são apresentados na Tabela AIII.21.

Durante toda a vida do projecto, incluindo as actividades de arranque, estima-se que a Coral Norte consumirá cerca de 8,49 milhões de toneladas (MMt) de gás combustível e 24,1 quilotoneladas (kt) de diesel. Com base nos LHV fornecidos na Tabela, estima-se que o consumo total de energia seja de 403.653 Terajoules (TJ) ao longo da vida do projecto.

Durante a fase de arranque, a Coral Norte dependerá do diesel como fonte de combustível primária (nos GTG e GDE). Isso resulta num volume significativo de diesel (cerca de 13,9 kt) sendo usado num curto período, equivalente a 137% dos requisitos normais de diesel para operações.

Tabela AIII.20: Resumo dos requisitos de combustível

Evento	Requisitos anuais (kt/a)		Eventos ao longo da vida útil	Tempo de vida operacional (kt)	
	Gás combustível (FG)	Diesel		Gás combustível (FG)	Diesel
Arranque (apenas no 1º ano)	49,65	13,94	1	49,65	13,94
Operação (em espera)	275,61	-	25	6.890,26	
Operação (descarga)	59,32		25	1.483,03	

Evento	Requisitos anuais (kt/a)		Eventos ao longo da vida útil	Tempo de vida operacional (kt)	
	Gás combustível (FG)	Diesel		Gás combustível (FG)	Diesel
Paragem (1 a cada 3 anos)	7,91	0,96	8	63,28	7,72
Manutenção Anual ^(nota a)	0	0,15	16	0	2,42
Tudo incluído (arranque, operação, TAR, manutenção)			Total de combustível (kt)	8.486,2	24,1
			Energia por combustível (TJ)	402.554,9	1.097,8
			Energia total (TJ)	403.652,7	
Excluindo o ano de arranque			Total de combustível (kt)	8.101,6	10,1
			Energia por combustível (TJ)	384.311,7	480,9
			Energia total (TJ)	384.792,6	

Nota a) A estimativa assume que a manutenção anual não é necessária no ano 1, nem em anos com TAR, ou seja, 16 ocorrências

Com base na estimativa de alto nível para o uso de embarcações de apoio (rebocadores e embarcações de abastecimento), estima-se que sejam usados aproximadamente 449 kt de gásóleo marítimo durante os 25 anos de vida do Projecto. Da mesma forma, serão usados cerca de 3 kt de combustível para aviação em voos da tripulação.

Tabela AIII.21: Combustível para embarcação de apoio e voos durante as operações

Fonte	Uso anual		Tempo de vida operacional	
	Toneladas	Energia (TJ)	kt	TJ
Embarcação de Abastecimento/Apoio	17.943,6	818,2	448,6	20.455,7
Voos de Helicóptero	124,8	172,8	3,1	134,5
			Energia total	20.590,2

AIII.2.2. Emissões de GEE do Projecto

AIII.2.2.1. Visão Geral

Prevê-se que as emissões totais de gases com efeito de estufa em todas as fases sejam de cerca de 26.5 MMt de CO₂e, com a fase operacional a representar cerca de 99,6% do total. Os restantes 0,4% (0,11 MMt CO₂e) estão associados à perfuração, instalação e desactivação.

A tabela abaixo resume a contribuição de cada fase do projecto para a estimativa global de GEEs. Cada fase é considerada com mais detalhes, com a divisão das emissões, nas secções seguintes.

Tabela AIII.22: Resumo das emissões ao longo da vida útil

Fase	ktCO _{2e}
Perfuração e Instalação ^(nota a)	91,9
Comissionamento e Operação	26,374.3
Desactivação	22,8
Emissões Totais	26,489.0

Nota a) Inclui emissões provenientes do reboque da FLNG do estaleiro para Moçambique.

AIII.2.2.2. Perfuração, Instalação e Desactivação

Estima-se que as fases de perfuração e a instalação sejam responsáveis por cerca de 92 ktCO₂ de emissões, enquanto a fase de desactivação irá gerar apenas 23 ktCO₂. A Tabela AIII.23 apresenta um resumo de alto nível das emissões durante estas fases. Foram incluídas folhas de cálculo de apoio detalhadas no Anexo III.B.

Tabela AIII.23: Emissões das fases de perfuração, instalação e desactivação

Fonte	Emissões (tCO ₂)	
	Perfuração e Instalação	Desactivação
Embarcações	91.520,7	22.732,2
Helicóptero	427,4	45,8
TOTAL	427,4	45,8

AIII.2.2.3. Fase de Operação

AIII.2.2.3.1. Visão Geral

Estima-se que as emissões provenientes das operações de 25 anos da Coral Norte sejam de cerca de 26,4 MMtCO_{2e} com cerca de 1,5 MMtCO_{2e} atribuídas ao Âmbito 3 com base nas necessidades antecipadas de combustível da embarcação/helicóptero durante a operação (Tabela AIII.24). A tabela abaixo está dividida por gás constituinte.

Tabela AIII.24: Emissões operacionais globais

Âmbito	Emissões do tempo de vida útil kt			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
Âmbito 1	24.068,4	24.42	0.51	24,888.3
Âmbito 3 (nota a)				1.486,0
Total	24.068,4	24.42	0.51	26,374.3

Nota a) Âmbito 3 com base em factores de emissão fornecidos como CO_{2e} combinado, portanto, não é possível fornecer a discriminação por GEE constituintes.

AIII.2.2.3.2. Divisão por Modo de Operação (Âmbito 1)

Na tabela seguinte é apresentada uma divisão das contribuições do Âmbito 1 por cada modo de operação. As emissões durante cada fase foram ainda mais discriminadas para cada fonte pontual nas tabelas do Anexo III.B.

Tabela AIII.24: Emissões de Âmbito 1 por modo de operação

	Anual (kt)				Tempo de vida (kt)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
Arranque (apenas no 1º ano)	1,175.24	1.32	0.00	1,213.08	1,175.2	1.32	0.00	1,213.1
Operação (em espera)	742.69	0.06	0.02	748.93	18,567.3	1.62	0.42	18,732.2
Operação (descarga)	159.21	0.01	0.00	160.54	3,980.2	0.34	0.09	4,013.5
Paragem (1 a cada 3 anos)	42.23	0.12	0.00	45.67	337.8	0.94	0.00	365.4
Manutenção Anual (nota a)	0.48	0.00	0.00	0.48	7.7	0.00	0.00	7.7
Fugitivas (contínuo)	-	0.81	-	22.62	0.0	20.20	-	565.5
TOTAL					24,068.4	24.42	0.51	24,888.3

Nota a) A estimativa do tempo de vida do projecto assume que a manutenção anual não é necessária no ano 1, nem em anos com TAR, ou seja, 16 ocorrências

AIII.2.2.3.3. Emissões Operacionais Anuais

Estima-se que as emissões durante as operações normais (incluindo Espera, Descarga, Manutenção, Fugitivas e voos e embarcações de abastecimento/apoio) sejam de 992 ktCO_{2e}/a, que aumenta para 1 037 ktCO_{2e}/a em anos com TAR programada. A contribuição relativa das fontes de emissões durante a operação é apresentada nas imagens abaixo para anos sem TAR (Figura AIII.2) e anos com TAR (Figura AIII.3). Ambos são bastante semelhantes, sendo as principais diferenças uma contribuição acrescida da queima e da contribuição do uso de diesel durante a TAR.

A principal fonte de emissões são os Geradores de Turbina a Gás e Compressores de Turbina a Gás MR1 e MR2 que representam mais de 90% das emissões de GEE das instalações.

Emissões de GEE Operacionais (sem TAR)
Contribuições Relativas

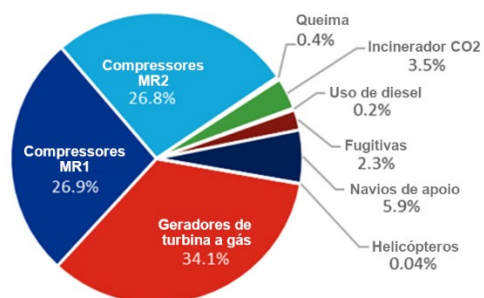


Figura AIII.1: Contribuição de GEE por fonte – ano sem TAR

Emissões de GEE Operacionais (com TAR)
Contribuições Relativas

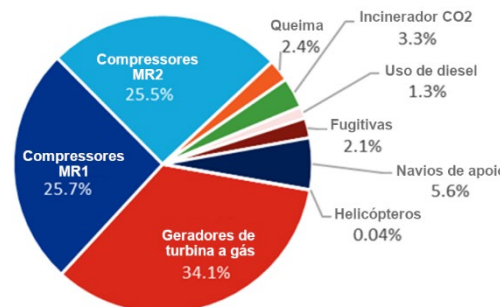


Figura AIII.2: Contribuição de GEE por fonte – ano com TAR

AIII.2.2.3.4. Intensidade de Carbono

A métrica de intensidade média de carbono em kgCO₂e/tonelada de produto e kgCO₂e/BOE de GNL ao longo da vida operacional do projecto foi calculada conforme a tabela abaixo. A evolução da métrica ao longo do tempo é apresentada na Figura AIII.4. A intensidade de carbono no ano 1 é significativamente maior em consequência das actividades de arranque e comissionamento. Ao longo dos anos 2-25 a intensidade flutua ligeiramente como resposta às mudanças na produção anual e se o ano inclui ou não uma TAR.

Tabela AIII.25: Intensidade de carbono

	Emissões de CO ₂ (MMt)	Produção de GNL		Intensidade de Carbono (média)	
		MMt	MMBOE	kgCO ₂ e/tonelada de LNG	kgCO ₂ e/BOE (a)
Intensidade de Carbono	24.89	88.24	838.28	282.1	29.7

Nota (a) Com base na conversão de 1 tonelada de LNG = ~9,5 BOE

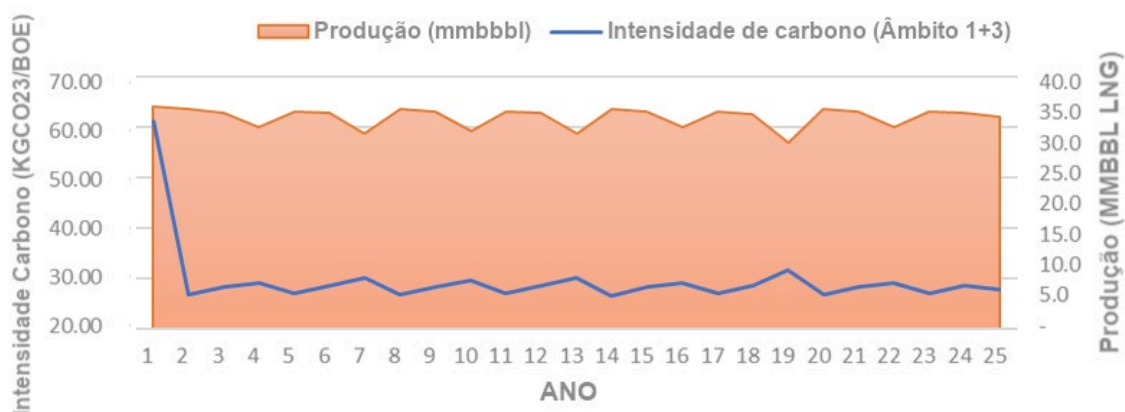


Figura AIII.4: Intensidade de carbono por ano

Anexo III.A – Dados Composicionais

As seguintes composições foram usadas para as queimas de gás combustível. Os dados composicionais foram obtidos a partir da Nota Técnica de Cálculo de KPI de Sustentabilidade¹⁰. Aqui foram calculados os parâmetros da massa molecular, valor de aquecimento e factor de emissão de CO₂.

Devido à semelhança das composições de queima, a composição da queima da Unidade 360 tem sido usada para todos os cálculos de emissões de queima com base na emissão global de GEE ligeiramente mais elevada (ou seja, emissões de CH₄ mais elevadas por kg queimado) para produzir uma estimativa conservadora.

Tabela III.A.1: Composição e parâmetros do gás combustível

Componente	Mol %		
	Gás combustível (FG)	Queima da unidade 360	Queima da unidade 335
Metano	96,21	96,68	95,74
Etano	0,44	2,27	2,5
Propano	0,19	0,6	0,93
n-Butano	0,08	0,1	0,39
iso-pentano	0,02	0	0,1
n-Hexano	0,05	0	0
n-heptano	0,01	0	0
n-Octano	0	0	0
n-Nonano	0,02	0	0
Dióxido de Carbono	0	0,01	0,01
Azoto	2,99	0,34	0,34
Sulfureto de Hidrogénio	0	0	0
Parâmetros Calculados			
Massa molecular (kg/kmol)	16,63	16,61	16,92
LHV (MJ/kg)	47,44	49,56	49,46
Factor de emissão de CO ₂ (kg/kg)	2,61	2,68	2,69
Factor de emissão de CH ₄ (kg/kg)	Nota a	0,019	0,018

Nota a) Não calculado - A abordagem de cálculo estequiométrico da API pressupõe 100% de combustão para fontes não queimadas (ou seja, conversão completa para CO₂). Assim, é aplicado o factor de emissão CH₄ da directriz.

¹⁰ Nota Técnica Cálculo dos KPIs de Sustentabilidade (000412_DV_EX.FAC.0682,000) Rev 05.

Anexo III.B – Tabelas de Cálculo de GEEs

AIII.B.1 - Tabelas de Cálculo da Fase Operacional

Operações normais

Source	Fuel	LHV (MJ/kg)	Loading (%)	Loading (kW)	Efficiency	Heat Intake	Fuel Consumption	Annual Uptime	Emission Factors			Hourly Emissions (kg/h)				Annual Emissions (ktonnes)				
									Fuel	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
		MJ/kg	%	kW	%	MJ/h	kg/h	h/y	t/y	kg/kg	kg/TJ	kg/TJ								
Gas Turbine Generator	Fuel Gas	47.44	70%	20,960	32.5%	232,172	4,894	6,934	33,938	2.61	3.697	1.290	12,776.87	0.86	0.30	12,880.2	88.59	0.01	0.00	89.31
Gas Turbine Generator	Fuel Gas	47.44	70%	20,960	32.5%	232,172	4,894	6,934	33,938	2.61	3.697	1.290	12,776.87	0.86	0.30	12,880.2	88.59	0.01	0.00	89.31
Gas Turbine Generator	Fuel Gas	47.44	70%	20,960	32.5%	232,172	4,894	6,934	33,938	2.61	3.697	1.290	12,776.87	0.86	0.30	12,880.2	88.59	0.01	0.00	89.31
MR1 Compressor	Fuel Gas	47.44	100%	30,225	37.3%	291,716	6,150	6,934	42,642	2.61	3.697	1.290	16,053.66	1.08	0.38	16,183.5	111.32	0.01	0.00	112.22
MR1 Compressor	Fuel Gas	47.44	100%	30,225	37.3%	291,716	6,150	6,934	42,642	2.61	3.697	1.290	16,053.66	1.08	0.38	16,183.5	111.32	0.01	0.00	112.22
MR2 Compressor	Fuel Gas	47.44	100%	30,195	37.3%	291,426	6,144	6,934	42,599	2.61	3.697	1.290	16,037.73	1.08	0.38	16,167.5	111.21	0.01	0.00	112.11
MR2 Compressor	Fuel Gas	47.44	100%	30,195	37.3%	291,426	6,144	6,934	42,599	2.61	3.697	1.290	16,037.73	1.08	0.38	16,167.5	111.21	0.01	0.00	112.11
HP Flare	Flare	49.56				1,780	36	6,934	249	2.68	376.67	-	96.45	0.67	-	115.2	0.67	0.00	-	0.80
HP Flare	Flare	49.56				2,907	59	6,934	407	2.68	376.67	-	157.48	1.09	-	188.1	1.09	0.01	-	1.30
LP Flare	Flare	49.56				127	3	6,934	18	2.68	376.67	-	6.86	0.05	-	8.2	0.05	0.00	-	0.06
LP Flare	Flare	49.56				751	15	6,934	105	2.68	376.67	-	40.69	0.28	-	48.6	0.28	0.00	-	0.34
LLP Flare	Flare	49.56				1,033	21	6,934	144	2.68	376.67	-	55.95	0.39	-	66.8	0.39	0.00	-	0.46
CO2 Incinerator	Fuel Gas	47.44	100%			22,682	478.2	6,934	3,316				4,238.07			4,238.1	29.39			29.39
	Waste Streams								0											
TOTAL													107,108.88	9.37	2.40	108,007.83	742.69	0.06	0.02	748.93

	Emission Factors			
	LHV	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
	MJ/kg	kg/kg	kg/TJ	kg/TJ
Fuel Gas (Turbines)	47.44	2.61	3.7	1.3
Diesel	45.60	3.19	3.0	0.6
Flare	49.56	2.68	376.67	0.0

CH₄ and N₂O from US-EPA AP42
CH₄ and N₂O from IPCC
N₂O from IPCC

	Flare Rate Conversions		
	Vol flow (Nm ³ /h)	Density (kg/Nm ³)	Flow (kg/h)
HP	51.2	0.70	35.92
HP	83.6	0.70	58.65
LP	3.64	0.70	2.55
LLP	29.7	0.70	20.84
LP	21.6	0.70	15.15

Arranque

Source	Fuel	LHV (MJ/kg)	Loading (%)	Loading (kW)	Efficiency	Heat Intake	Fuel Consumption	Annual Uptime	Fuel	Emission Factors			Hourly Emissions (kg/h)			Annual Emissions (ktonnes)					
										CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}	
		MJ/kg	%	kW	%	MJ/h	kg/h	h/y	t/y	kg/kg	kg/TJ	kg/TJ									
Gas Turbine Generator A	Diesel	45.60	20%	6,000	20.0%	108,000	2,368	1,752	4,149	3.19	3.00	0.600	7,546.50	0.32	0.06	7,572.7	13.22	0.00	0.00	13.27	
Gas Turbine Generator B	Diesel	45.60	20%	6,000	20.0%	108,000	2,368	1,704	4,036	3.19	3.00	0.600	7,546.50	0.32	0.06	7,572.7	12.86	0.00	0.00	12.90	
Gas Turbine Generator A	Fuel Gas	47.44	80%	23,970	35.4%	243,763	5,139	1,848	9,496	2.61	3.70	1.290	13,414.71	0.90	0.31	13,523.2	24.79	0.00	0.00	24.99	
Gas Turbine Generator B	Fuel Gas	47.44	80%	23,970	35.4%	243,763	5,139	1,728	8,880	2.61	3.70	1.290	13,414.71	0.90	0.31	13,523.2	23.18	0.00	0.00	23.37	
Gas Turbine Generator C	Fuel Gas	47.44	80%	23,970	35.4%	243,763	5,139	1,584	8,140	2.61	3.70	1.290	13,414.71	0.90	0.31	13,523.2	21.25	0.00	0.00	21.42	
MR1 Compressor	Fuel Gas	47.44	75%	22,650	33.3%	244,571	5,156	2,256	11,631	2.61	3.70	1.290	13,459.20	0.90	0.32	13,568.1	30.36	0.00	0.00	30.61	
MR2 Compressor	Fuel Gas	47.44	75%	22,650	33.3%	244,571	5,156	2,112	10,889	2.61	3.70	1.290	13,459.20	0.90	0.32	13,568.1	28.43	0.00	0.00	28.66	
EDG-1	Diesel	45.60	100%	8,000	44.0%	65,455	1,435	1,920	2,756	3.19	3.00	0.600	4,573.64	0.20	0.04	4,589.5	8.78	0.00	0.00	8.81	
EDG-2	Diesel	45.60	100%	8,000	44.0%	65,455	1,435	2,088	2,997	3.19	3.00	0.600	4,573.64	0.20	0.04	4,589.5	9.55	0.00	0.00	9.58	
CO2 Incinerator	Fuel Gas	47.44	50%			11,341	239.1		2,568	614	N/A - Aligned with Air Emissions Estimation Summary 4404GGBFEZ4003T			2,119.04			2,119.0	5.44	-	-	5.44
CO2 Incinerator	Waste Streams										N/A - Aligned with Air Emissions Estimation Summary 4404GGBFEZ4003T										
Flaring Startup (80 MMSCFD)									24		N/A - Aligned with Air Emissions Estimation Summary 4404GGBFEZ4003T			179,579.00	319.69	-	188,530.4	4.31	0.01	-	4.52
Flaring Startup (120 MMSCFD)									120		N/A - Aligned with Air Emissions Estimation Summary 4404GGBFEZ4003T			269,361.00	479.00		282,773.0	32.32	0.06	-	33.93
Flaring - Scenario 1																					
Raw Gas Flaring (20% flow rate capacity of 1 well)									768		N/A - Aligned with flaring estimate provided in Air Emissions Summary 4404GGBFEZ4003T			258,948.00	461.00		271,856.0	198.87	0.35	-	208.79
Dry Gas Flaring (40% of flow rate capacity of 1 well)									1,008		N/A - Aligned with flaring estimate provided in Air Emissions Summary 4404GGBFEZ4003T			519,365.77	461.50		532,287.8	523.52	0.47	-	536.55
Flaring - Scenario 2																					
Raw Gas Flaring (40% flow rate capacity of 1 well)									768		N/A - Aligned with flaring estimate provided in Air Emissions Summary 4404GGBFEZ4003T			569,305.00	1,013.50		597,683.0	437.23	0.78	-	459.02
Dry Gas Flaring (40% of flow rate capacity of 1 well)									1,008		N/A - Aligned with flaring estimate provided in Air Emissions Summary 4404GGBFEZ4003T			519,365.77	461.50		532,287.8	523.52	0.47	-	536.55
TOTAL (with Scen1 Flaring)													1,320,775.62	1,726.75	1.78	1,369,596.72	936.89	0.89	0.00	962.84	
TOTAL (with Scen2 flaring)													1,631,132.62	2,279.25	1.78	1,695,423.72	1,175.24	1.32	0.00	1,213.08	

	LHV	Emission Factors			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
	MJ/kg	kg/kg	kg/TJ	kg/TJ	
Fuel Gas (Turbines)	47.44	2.61	3.7	1.3	CH ₄ and N ₂ O from US-EPA AP42
Diesel	45.60	3.19	3.0	0.6	CH ₄ and N ₂ O from IPCC
Flare	49.56	2.68	376.669	0.0	N ₂ O from IPCC

Operações: manutenção anual

Source	Fuel	LHV (MJ/kg)	Loading (%)	Loading (kW)	Efficiency (%)	Heat Intake (MJ/h)	Fuel Consumption (kg/h)	Annual Uptime (h/y)	Fuel (t/y)	Emission Factors			Hourly Emissions (kg/h)				Annual Emissions (ktonnes)			
										CO ₂ (kg/kg)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
Essential Diesel Gen.	Diesel	45.60	100%	2,600	44.0%	21,273	467	26	12.1	3.19	3.000	0.600	1,486.43	0.06	0.01	1,491.6	0.04	0.00	0.00	0.04
EDG 1	Diesel	45.60	100%	8,000	44.0%	65,455	1,435	26	37.3	3.19	3.000	0.600	4,573.64	0.20	0.04	4,589.5	0.12	0.00	0.00	0.12
EDG 2	Diesel	45.60	100%	8,000	44.0%	65,455	1,435	26	37.3	3.19	3.000	0.600	4,573.64	0.20	0.04	4,589.5	0.12	0.00	0.00	0.12
EDG 3	Diesel	45.60	100%	8,000	44.0%	65,455	1,435	26	37.3	3.19	3.000	0.600	4,573.64	0.20	0.04	4,589.5	0.12	0.00	0.00	0.12
Firewater Pump 1	Diesel	45.60	100%	1,765	40.0%	15,885	348	26	9.1	3.19	3.000	0.600	1,109.96	0.05	0.01	1,113.8	0.03	0.00	0.00	0.03
Firewater Pump 2	Diesel	45.60	100%	1,765	40.0%	15,885	348	26	9.1	3.19	3.000	0.600	1,109.96	0.05	0.01	1,113.8	0.03	0.00	0.00	0.03
Firewater Pump 3	Diesel	45.60	100%	1,765	40.0%	15,885	348	26	9.1	3.19	3.000	0.600	1,109.96	0.05	0.01	1,113.8	0.03	0.00	0.00	0.03
TOTAL													18,537.23	0.80	0.16	18,601.70	0.48	0.00	0.00	0.48

Fuel Gas (Turbines)	Emission Factors				CH ₄ and N ₂ O from US-EPA AP42
	LHV	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
	MJ/kg	kg/kg	kg/TJ	kg/TJ	
Diesel	45.60	3.19	3.0	0.6	CH ₄ and N ₂ O from IPCC
Flare	49.56	2.68	376.669	0.0	N ₂ O from IPCC

Operações: paragem (1 vez a cada 3 anos)

Source	Fuel	LHV (MJ/kg)	Loading (%)	Loading (kW)	Efficiency (%)	Heat Intake (MJ/h)	Fuel Consumption (kg/h)	Annual Uptime (h/y)	Fuel (t/y)	Emission Factors			Hourly Emissions (kg/h)				Annual Emissions (ktonnes)			
										CO ₂ (kg/kg)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
Gas Turbine Generator 1	Fuel Gas	47.44	80%	23,970	35.4%	243,763	5,139	672	3,453	2.61	3.697	1.290	13,414.71	0.90	0.31	13,523.2	9.01	0.00	0.00	9.09
Gas Turbine Generator 2	Fuel Gas	47.44	80%	23,970	35.4%	243,763	5,139	672	3,453	2.61	3.697	1.290	13,414.71	0.90	0.31	13,523.2	9.01	0.00	0.00	9.09
MR1 Compressor 1	Fuel Gas	47.44	75%	22,670	33.3%	245,081	5,167	48	248	2.61	3.697	1.290	13,487.27	0.91	0.32	13,596.4	0.65	0.00	0.00	0.65
MR1 Compressor 2	Fuel Gas	47.44	75%	22,670	33.3%	245,081	5,167	48	248	2.61	3.697	1.290	13,487.27	0.91	0.32	13,596.4	0.65	0.00	0.00	0.65
MR1 Compressor 3	Fuel Gas	47.44	75%	22,670	33.3%	245,081	5,167	48	248	2.61	3.697	1.290	13,487.27	0.91	0.32	13,596.4	0.65	0.00	0.00	0.65
MR1 Compressor 4	Fuel Gas	47.44	75%	22,671	33.3%	245,092	5,167	48	248	2.61	3.697	1.290	13,487.86	0.91	0.32	13,597.0	0.65	0.00	0.00	0.65
EDG	Diesel	45.60	100%	8,000	44.0%	65,455	1,435	672	965	3.19	3.000	0.600	4,573.64	0.20	0.04	4,589.5	3.07	0.00	0.00	3.08
HP Flare (20% well capacity)	Flare	49.56				1,166,656	23,541	48	1,130	2.68	376.7	0.0000	63,205.80	439.44	-	75,510.2	3.03	0.02	-	3.62
HP Flare (10% well capacity)	Flare	49.56				583,328	11,771	48	565	2.68	376.7	0.0000	31,602.90	219.72	-	37,755.1	1.52	0.01	-	1.81
HP Flare (80% well capacity)	Flare	49.56				4,666,588	94,164	48	4,520	2.68	376.7	0.0000	252,821.30	1,757.76	-	302,038.6	12.14	0.08	-	14.50
CO2 Incinerator	Fuel Gas	47.44	50%			11,341	239.1	48	11				2,119.0			2,119.0	0.10	-	-	0.10
	Waste Streams																			
Other Items																				
Process Unit Gas Flaring	Flare							72					24,298.41	6.84		24,490.0	1.75	0.00	-	1.76
TOTAL											459,400.17	2,429.39	1.93	527,935.12	42.23	0.12	0.00	45.67		

Operações: descarga

Source	Fuel	LHV (MJ/kg)	Loading (%)	Loading (kW)	Efficiency (%)	Heat Intake (MJ/h)	Fuel Consumption (kg/h)	Annual Uptime (h/y)	Fuel (t/y)	Emission Factors			Hourly Emissions (kg/h)				Annual Emissions (ktonnes)			
										CO ₂ (kg/kg)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
Gas Turbine Generator 1	Fuel Gas	47.44	80%	23,970	35.4%	243,763	5,139	1,300	6,680	2.61	3.697	1.290	13,414.71	0.90	0.31	13,523.2	17.44	0.00	0.00	17.58
Gas Turbine Generator 2	Fuel Gas	47.44	80%	23,970	35.4%	243,763	5,139	1,300	6,680	2.61	3.697	1.290	13,414.71	0.90	0.31	13,523.2	17.44	0.00	0.00	17.58
Gas Turbine Generator 3	Fuel Gas	47.44	80%	23,970	35.4%	243,763	5,139	1,300	6,680	2.61	3.697	1.290	13,414.71	0.90	0.31	13,523.2	17.44	0.00	0.00	17.58
Gas Turbine Generator 4	Fuel Gas	47.44	80%	23,970	35.4%	243,763	5,139	1,300	6,680	2.61	3.697	1.290	13,414.71	0.90	0.31	13,523.2	17.44	0.00	0.00	17.58
MR1 Compressor1	Fuel Gas	47.44	100%	30,225	37.3%	291,716	6,150	1,300	7,995	2.61	3.697	1.290	16,053.66	1.08	0.38	16,183.5	20.87	0.00	0.00	21.04
MR1 Compressor2	Fuel Gas	47.44	100%	30,225	37.3%	291,716	6,150	1,300	7,995	2.61	3.697	1.290	16,053.66	1.08	0.38	16,183.5	20.87	0.00	0.00	21.04
MR2 Compressor 1	Fuel Gas	47.44	100%	30,225	37.3%	291,716	6,150	1,300	7,995	2.61	3.697	1.290	16,053.66	1.08	0.38	16,183.5	20.87	0.00	0.00	21.04
MR2 Compressor 2	Fuel Gas	47.44	100%	30,225	37.3%	291,716	6,150	1,300	7,995	2.61	3.697	1.290	16,053.66	1.08	0.38	16,183.5	20.87	0.00	0.00	21.04
HP Flare	Flare	49.56				1,780	36	1,300	47	2.68	376.67	0.0000	96.45	0.67	-	115.2	0.13	0.00	-	0.14
HP Flare	Flare	49.56				2,907	59	1,300	76	2.68	376.67	0.0000	157.48	1.09	-	188.1	0.20	0.00	-	0.25
LP Flare	Flare	49.56				127	3	1,300	3	2.68	376.67	0.0000	6.86	0.05	-	8.2	0.01	0.00	-	0.01
LP Flare	Flare	49.56				751	15	1,300	20	2.68	376.67	0.0000	40.69	0.28	-	48.6	0.05	0.00	-	0.06
LLP Flare	Flare	49.56				1,033	21	1,300	27	2.68	376.67	0.0000	55.95	0.39	-	66.8	0.07	0.00	-	0.09
CO2 Incinerator	Fuel Gas	47.44				22,682	478.2	1,300	622				4,238.07			4,238.1	5.51	-	-	5.51
	Waste Streams		100%																	
TOTAL											122,468.98	10.40	2.76	123,492.20	159.21	0.01	0.00	160.54		

AIII.B.2 – Estimativa de Instalação e Desactivação

Estimativa combustível das embarcações

Phase	Activity		Duty	No. Vessels	Duration	Combined Work Days	Vessel Fuel Rate	Fuel Usage	CO2 Factor	CO2	Comment
					Days/each vessel		tonnes/day	tonnes	t/fuel	tonnes	
Drilling and Installation	Transfer of FLNG to Mozambique	Tug	Transit	5	45.0	225.0	14	3,150	3.16	9,954	based on ~8690 nautical mile distance (South Korea to Mozambique) and towing speed of 8 knots
	Onsite Drilling and Installation works	Drill Ship	Working	1	200	200	18	3,600	3.16	11,376	
		Installation Vessel	Working	2	400	800	5	4,000	4.16	16,640	
		Multi-Purpose Vessel	Working	1	400	400	25	10,000	3.16	31,600	
	FLNG onsite, awaiting Mooring	Tug	Working	5	35.0	175.0	25	4,375	3.16	13,825	Tugs stationkeeping during mooring of FLNG
Supply Runs	Platform Supply Vessel	Transit	3	57	171	15	2,571	3.16	8,126	Assume 1 supply run per vessel per week, with 1 day round trip	
TOTAL								27,696		91,521	

Commissioning and Operation	Commissioning	Floatel	Working	1	228	228.0	30	6,840	3.16	21,614	Assumed required for full commissioning phase
	Standard Operation	Tug	Transit	3	9125	27375	14	383,250	3.16	1,211,070	Assume "transit" rate as not hauling - noted 6 tugs shared between Coral South/North, therefore assumed 3 each FLNG on average
		Platform Supply Vessel	transit	3	1300	3900	15	58,500	4.16	243,360	Assume weekly sailings
TOTAL								448,590		1,476,044	

Decommissioning	Unhooking Activities Assumed 6 weeks total including subsea work	Installation Vessel	Working	2	42	84	5	420	3.16	1,327	
		Floatel	Working	1	42	42	30	1,260	4.16	5,242	
		Multi-Purpose Vessel	Working	3	42	126	25	3,150	3.16	9,954	
		Tug	Working	5	14	70	25	1,750	3.16	5,530	used for station keeping before removal
	Supply Runs	Platform Supply Vessel	Transit	1	5	5	15	75	3.16	237	Assume 1 supply run per week
	Transport FLNG to local harbor	Tug	Transit	5	2.0	10.0	14.0	140	3.16	442	Assumed Facility will end up in nearby major port prior to deconstruction. 2 x tug towing FLNG to Pemba
TOTAL								6,795		22,732	

Estimativa combustível dos helicópteros

Fuel	Aviation Jet Fuel		
Fuel Rate	620	ltr/h	Data From IoP Guidance
Fuel Density	0.84	kg/ltr	
Fuel Mass Rate	0.5208	t/h	

Note - Sikorsky taken as represents worst-case in terms of speed and fuel usage

Helicopter Speed	138.1	mph	Data From IoP Guidance
------------------	-------	-----	------------------------

Mobilisation point	Pemba		assumed
Distance	256	km	
	159.1	miles	
Round Trip	318.1	miles	

Flight Duration	2.304	hrs	Assumes top speed
-----------------	-------	-----	-------------------

Phase	Basis	Duration (wks)	No. Shifts (2 wk)	Flights per shift	Total Flights	Cumulative Flight time (hr)	Fuel Use (t)	CO ₂ Factor (t/fuel)	CO ₂ (tonnes)	Notes
Drilling and Installation	60 POB. 4 Flights Per shift	57	28	4	112	258.02	134.4	3.18	427.4	assumes capacity of 16
Commissioning & Operation	4 Flights per shift	1300	650	4	2600	5989.64	3119.4	3.18	9,922.8	
Decommissioning	60 POB. 4 Flights Per shift	6	3	4	12	27.64	14.4	3.18	45.8	assumes capacity of 16

Anexo IV – Modelação de Dispersão Atmosférica

AIV.1. Metodologia de Modelação

AIV.1.1. Modelo de Dispersão Atmosférica

O CALPUFF é um modelo de dispersão gaussiano de *puff*, em estado não estacionário, de multicamadas e múltiplas espécies que simula os efeitos das condições meteorológicas variáveis no tempo e no espaço no transporte, transformação e remoção da poluição¹¹. Este sistema de modelação integrada é composto por três componentes principais, CALMET, CALPUFF e CALPOST, e um conjunto de programas de pré-processamento e pós-processamento.

O CALMET é um modelo meteorológico de diagnóstico que produz campos de vento 3-D com base em tratamentos parametrizados de efeitos do terreno, como fluxos de declives e efeitos de bloqueio do terreno. Os dados meteorológicos são utilizados para determinar o campo de vento em áreas do domínio em que as observações são representativas. Os efeitos do terreno em escala fina são determinados pelo módulo de vento de diagnóstico em CALMET.

O CALPUFF permite simular os efeitos das variações de condições espaciais e temporais do tempo no transporte, transformação e remoção de poluentes. O CALPUFF pode ser usado em diferentes escalas de espaço, de poucos metros a centenas de quilómetros. Inclui algoritmos que consideram os efeitos de resolução da rede em pequena escala, bem como os efeitos de longa distância (como a remoção de poluentes devido à deposição húmida e efeitos de deposição seca, transformação química e efeitos de partículas na visibilidade). Inclui também algoritmos para Melhoria do Modelo Plume Rise (PRIME), tornando a ferramenta adequada para modelar a dispersão de poluentes atmosféricos onde edifícios vizinhos podem produzir um efeito descendente na pluma.

O CALPOST é um programa de pós-processamento com opções para o cálculo de concentrações médias e fluxos de deposição previstos pelo modelo CALPUFF. As concentrações ao nível do solo (GLC) são calculadas para cada período médio necessário (1 hora, 24 horas ou anual) ao longo de todo o conjunto de dados meteorológicos em cada receptor de rede identificado no domínio do modelo. As concentrações máximas de poluentes atmosféricos relevantes (COC – *contaminants of concern*) podem ser então mapeadas graficamente como contornos em toda a grelha ou como pontos discretos em cada receptor sensível e representam as condições meteorológicas “de pior caso” para emissões atmosféricas.

A metodologia de modelação do CALPUFF é mostrada esquematicamente na Figura AVI.1.

O CALPUFF simula a dispersão de poluentes para cada hora do período de modelação, incorporando campos de vento tridimensionais e calcula as GLCs de poluentes em cada receptor na grelha de modelação. Os resultados por hora são armazenados e processados para fornecer valores máximos ou médios em cada receptor. As GLC máximas de poluentes previstos durante todo o domínio da modelação são apresentadas como parte dos resultados para cada período de média modelado (1 hora, 24 horas e anual).

O CALPUFF é aceite internacionalmente como um modelo regulatório e é amplamente utilizado para estimar os impactos da qualidade do ar como parte das avaliações de impacto ambiental. O

¹¹ Scire, J.S., Strimaitis, D.G. e Yamartino, R.J. A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model (Version 5). Earth Tech, Inc., January 2000.

modelo pode incorporar os efeitos de terreno complexo, efeitos costeiros, elevação de pluma, edifícios e colinas.

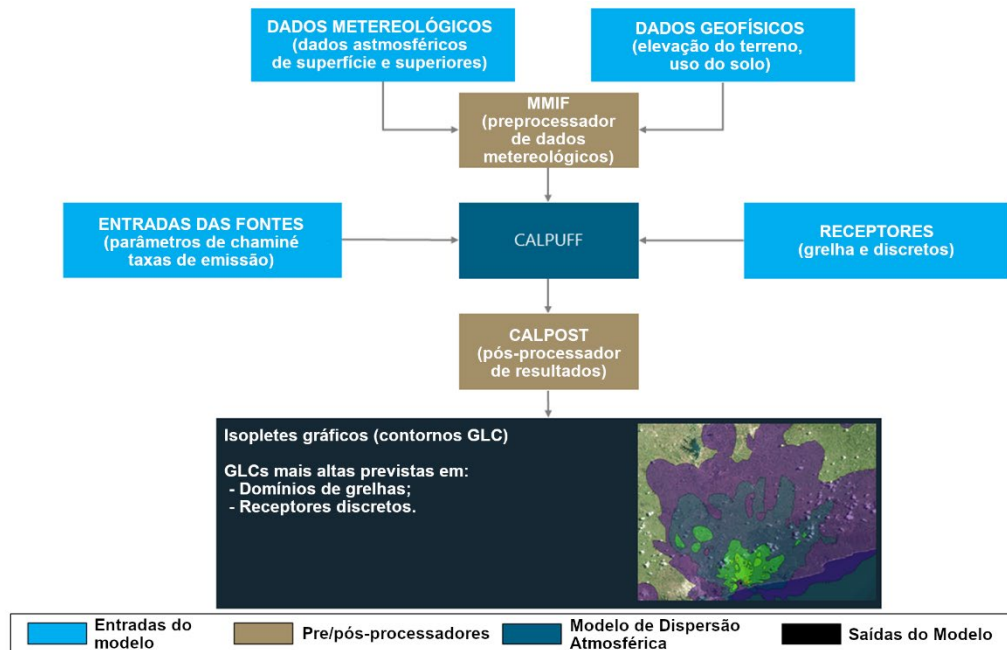


Figura AIV.1: Esquema do Modelo CALPUFF

O CALPUFF View (versão 9.0.1), a ferramenta de software seleccionada para esta avaliação, é a versão comercial do modelo CALPUFF, que é desenvolvido e distribuído pela Lakes Environmental. O CALPUFF View fornece uma representação gráfica completa dos resultados de modelação do CALPUFF.

AIV.1.2. Pressupostos e Limitações do Modelo

- O modelo baseia-se em informações meteorológicas recolhidas nas estações meteorológicas mais próximas e preparadas com o modelo meteorológico prognóstico WRF (*Weather Research and Forecasting Model*). Como tal, os dados meteorológicos não são medidos no local ou obtidos a partir da localização proposta da FLNG;
- As emissões contínuas durante todo o período de modelação (3 anos) são consideradas para os quatro (4) cenários modelados, embora se espere que alguns durem apenas algumas horas e/ou dias (ou seja, primeira (1ª) fase de arranque e eventos de emergência). O objectivo deste pressuposto é obter os piores (mais altos) impactos na qualidade do ar, que são previstos pelo CAPUFF em condições meteorológicas específicas durante todo o período de modelação de 3 anos. Este é um pressuposto conservador, uma vez que as actividades de queima provavelmente não coincidirão com as condições meteorológicas específicas que produzem as GLC de ar máximas previstas pelo CAPUFF;
- Deposições secas e molhadas de poluentes não são consideradas pelo modelo, resultando em previsões conservadoras de GLC;

- A formação fotoquímica de poluentes secundários na atmosfera, como o ozono, não é considerada pelo CALPUFF.

AIV.1.3. Cenários de Modelação

Foram modelados quatro cenários diferentes para esta avaliação:

- Cenário 1 – Impacto na qualidade do ar da FLNG Coral Norte durante a primeira fase de arranque;
- Cenário 2 – Impacto na qualidade do ar da FLNG Coral Norte durante a fase operacional do Projecto;
- Cenário 3 – Impacto na qualidade do ar da FLNG Coral Norte durante um evento de queima de emergência;
- Cenário 4 – Impacto cumulativo da qualidade do ar durante a fase operacional do projecto (Coral Norte e Coral Sul).

AIV.1.4. Entradas de Modelação

AIV.1.4.1. Fonte de Emissões

Os dados de emissão para as fontes emissoras envolvidas em cada um dos cenários de modelação foram obtidos a partir do Resumo de Estimativa das Emissões Atmosféricas preparado para o Projecto de Desenvolvimento Coral Sul (Doc. 4404GGBFEZ4003T). Estes dados são aplicáveis para este estudo considerando que as condições operacionais e fontes em Coral Norte são idênticas às de Coral Sul.

As fontes consideradas em cada cenário de modelação estão detalhadas nas seguintes seções.

AIV.1.4.1.1. Cenário 1 (1ª Fase de Arranque)

As fontes de emissão no Cenário 1 estão resumidas na Tabela AIV.1.

Tabela AIV.1: Fontes de emissões do Cenário 1 (fase de arranque)

Fonte de emissões	Nome do equipamento	Modo de funcionamento
FLNG Queima HP	TM2300FC001	Cenário de queima reduzida ^a
Incinerador Térmico CO ₂	TM3300XX003	50% de carga
Geradores de Turbina a Gás (GTG) (x2)	TM4100HW001A TM4100HW001B	20% de carga (6 MW) alimentada com combustível líquido
Compressores de Turbina a Gás (GTC) (x2)	TM3701MT001 TM3701MT002	75% de carga (22,65 MW) alimentada com gás combustível
Gerador Diesel Essencial (GDE) (x2)	HH4801XX100 HH4802XX100	8 MW cada, alimentados com combustível líquido

a) *identificada como a mais impactante em termos de qualidade do ar*

Embora a duração operacional de cada fonte durante o arranque seja diferente, presumiu-se que todas as fontes funcionam ao mesmo tempo para obter a pior estimativa do seu potencial impacto

na qualidade do ar durante a operação de arranque. Além disso, as taxas de emissão fornecidas no Resumo das Estimativas de Emissões do Atmosféricas para estas fontes foram aumentadas em 25% para fins de contingência, conforme solicitado pela MRV.

AIV.1.4.1.2. Cenário 2 (Fase Operacional)

As fontes de emissão no Cenário 2 estão resumidas na Tabela AIV.2.

Tabela AIV.2: Fontes de emissões do Cenário 2 (fase operacional)

Fonte de Emissões	Nome do equipamento	Modo de funcionamento
Incinerador Térmico CO ₂	TM3300XX003	100% de carga
Geradores de Turbina a Gás (GTG) (x3)	TM4100HW001A TM4100HW001B TM4100HW001C	70% de carga (20,96 MW) alimentada com gás combustível
Compressores de Turbina a Gás (GTC) (x4)	TM3701MT001 TM3702MT001 TM3701MT002 TM3702MT002	A funcionar a 100% de carga (30,22 MW) alimentada com gás combustível

As emissões de queima-piloto ou fugitivas não foram consideradas no Cenário 2. Foram excluídas as emissões descontínuas planeadas, uma vez que representam uma fracção negligenciável das emissões contínuas.

AIV.1.4.1.3. Cenário 3 (Queima de Emergência e/ou Não Planeada)

As fontes de emissão no Cenário 3 estão resumidas na Tabela AIV.3.

Tabela AIV.3: Fontes de emissões do Cenário 3 (queima de emergência e/ou não planeada)

Fonte de Emissões	Nome do equipamento	Modo de funcionamento
FLNG Queima HP	TM2300FC001	Cenário de ventilação e purga de chamas (U230) ^A

a) *Identificado como o pior caso dos descritos no Resumo das Estimativas de Emissões Atmosféricas devido à maior frequência (12 h/a) e às mais altas emissões de NOX (329,437 kg/h).*

AIV.1.4.1.4. Cenário 4 (Impacto Cumulativo na Qualidade do Ar)

O impacto cumulativo na qualidade do ar foi avaliado considerando as emissões combinadas da FLNG Coral Norte e FLNG Coral Sul durante operações normais. Prevê-se que a Coral Norte replique o projecto Coral Sul existente; portanto, as fontes de emissão e as emissões para a Coral Sul em operações normais são idênticas às da Coral Norte no Cenário 2.

As fontes de emissão atmosférica modeladas segundo cada cenário, introduzidas no modelo CAPUFF com as seguintes considerações, estão listadas na Tabela AIV.4. Ao analisar os dados de entrada na Tabela AIV.4 deve considerar-se o exposto abaixo.

- O CALPUFF não lida explicitamente com as emissões de fontes de combustão externas, tais como queimas. Consequentemente, as emissões da queima HP foram convertidas em emissões de uma chaminé de combustão interna (fonte pontual) antes de serem introduzidas no modelo. As diferenças entre uma fonte de combustão externa (queima) e uma fonte pontual típica (chaminé de combustão interna) estão ilustradas na Figura AIV.2;

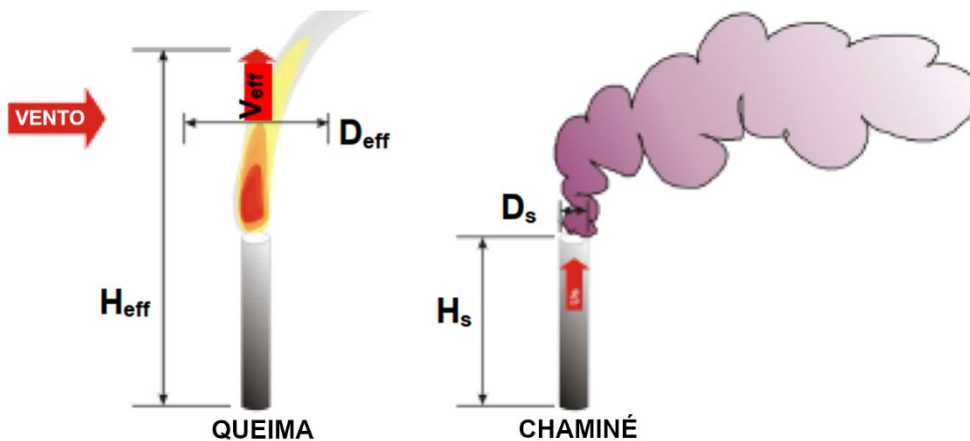


Figura AIV.2: Diferenças entre queimas e fontes pontuais (chaminé)

A conversão de queima para chaminé depende do cálculo de pseudo-ponto ou parâmetros de libertação efectivos, representando o aumento da altura e diâmetro de libertação devido à combustão externa (chama). Enquanto uma fonte pontual típica (chaminé) é definida pela altura física da chaminé (H_s) e diâmetro interno (D_s), os parâmetros efectivos que precisam ser calculados para modelar as queimas incluem a altura (H_{eff}), o diâmetro (D_{eff}) e a velocidade (V_{eff}) da libertação. Nesta avaliação seguiu-se o procedimento da US EPA para estimar os parâmetros de libertação efectiva da queima^{12,13}. Este procedimento é baseado no seguinte:

- A libertação de calor (H_R) da queima é estimada para cada caso com base no gás combustível volumétrico para a queima (fornecido pelo cliente) e na sua composição molar.
- Altura física da queima (H_{PHYS}), 177 m (fornecida pelo cliente para a FLNG Coral Sul, assume-se que será igual para a FLNG Coral Norte).
- Altura de libertação efectiva (H_{EFF}) calculada utilizando a seguinte equação:

$$H_{EFF} (m) = H_{PHYS}(m) + 4.56 \times 10^{-3} (H_R (\frac{cal}{s}))^{0.478}$$

- Diâmetro de libertação efectiva (D_{EFF}) calculado com base no fluxo de fluabilidade da queima usando a seguinte equação:

$$D_{EFF} (m) = 9.88 \times 10^{-4} (0.45 H_R (\frac{cal}{s}))^{0.5}$$

Esta equação baseia-se nos seguintes pressupostos:

- 55% do calor total libertado da queima é perdido devido à radiação

¹² US EPA. Workbook of Screening Techniques for Assessing Impacts of Toxic Air Pollutants (Revised). EPA-454/R-92-024. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, North Carolina. 1992

¹³ US EPA. SCREEN3 Model User's Guide. Office of Air Quality Planning and Standards. Emissions, Monitoring and Analysis Division. Research Triangle Park, NC. EPA-454/B-95-004. 1995

- Assume-se uma velocidade e temperatura de libertação efectiva como 20 m/s e 1273 K, respectivamente.
- Devido aos parâmetros de emissão iguais, os diferentes GTG, CTG e GDE foram fundidos para gerar uma fonte de emissão representativa em cada cenário. Esta fusão seguiu o procedimento da US EPA¹⁴, que indica que a fusão pode ser feita se 1) altura, taxas de fluxo e temperaturas dos gases de exaustão das chaminés não diferirem mais de 20% cada, e 2) se as chaminés estiverem localizadas a 100 m umas das outras. Em cada cenário, as unidades idênticas fundidas na fonte de emissão representativa são fornecidas entre parênteses.

¹⁴ US EPA. Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources (Doc: EPA-454/R-92-019). 1992

Tabela AIV.4: Fontes de emissões atmosféricas CALPUFF

Cenário 1 – 1ª Fase de arranque										
Fonte de emissão (etiqueta do equipamento)	Coordenadas (UTM 37 S)		Altura da chaminé	Diâmetro interno	Temperatura de escape	Velocidade de escape	Taxas de emissão (g/s)			
	E (m)	N (m)	m	m	K	m/s	CO	NO _x	SO ₂	PM ₁₀
Queima HP Quente e Húmida (TM2300FC001)	731508	8772185	242,6	14,8	1273	20	440,8	80,2	0	0
Incinerador Térmico CO ₂ (TM3300XX003)	731488	8772185	74,7	1,9	1255	4,7	Traços	0,3	0,6	0,0
GTG (TM4100HW001A + TM4100HW001B)	731518	8772185	68,7	2,7	523	12,3	5,69	19,3	1,0	1,2
CTG (TM3701MT001 + TM3701MT002)	731520	8772185	59,2	2,8	809	24,0	12,4	6,2	0,1	6,2
DGE (HH4801XX100 + HH4802XX100)	731478	8772185	46,5	1	639	37,3	3,7	53,8	0,2	2,0
Cenário 2 – Operação normal										
Fonte de emissão (etiqueta do equipamento)	Coordenadas (UTM 37 S)		Altura da chaminé	Diâmetro interno	Temperatura de escape	Velocidade de escape	Taxas de emissão (g/s)			
	E (m)	N (m)	m	m	K	m/s	CO	NO _x	SO ₂	PM ₁₀
Incinerador Térmico CO ₂ (TM3300XX003)	731488	8772185	74,7	1,9	1255	4,7	Traços	0,5	0,9	0
GTG (TM4100HW001A + TM4100HW001B + TM4100HW001C)	731518	8772185	68,7	2,7	493	18,4	5,6	8,3	0	1,7
CTG (TM3701MT001 + TM3702MT001 + TM3701MT002 + TM3702MT002)	731520	8772185	59,2	2,8	809	32,2	21,1	14,1	0	14,1
Cenário 3 – Queima de emergência/não planeada										
Fonte de emissão (etiqueta do equipamento)	Coordenadas (UTM 37 S)		Altura da chaminé	Diâmetro interno	Temperatura de escape	Velocidade de escape	Taxas de emissão (g/s)			
	E (m)	N (m)	m	m	K	m/s	CO	NO _x	SO ₂	PM ₁₀
Queima HP Quente e Húmida (TM2300FC001)	731508	8772185	253,0	17,3	1273	20	503	91,5	0	0

Cenário 4 – Cumulativo (FLNG Coral Norte e FLNG Coral Sul)										
Fonte de Emissão (Etiqueta do equipamento)	Coordenadas (UTM 37 S)		Altura da chaminé	Diâmetro interno	Temperatura de escape	Velocidade de escape	Taxas de emissão (g/s)			
	E (m)	N (m)	m	m	K	m/s	CO	NO _x	SO ₂	PM ₁₀
FLNG de Coral Norte										
Incinerador Térmico CO ₂ (TM3300XX003)	731488	8772185	74,7	1,9	1255	4,7	Traços	0,5	0,9	0
GTG (TM4100HW001A + TM4100HW001B + TM4100HW001C)	731518	8772185	68,7	2,7	493	18,4	5,6	8,3	0	1,7
CTG (TM3701MT001 + TM3702MT001 + TM3701MT002 + TM3702MT002)	731520	8772185	59,2	2,8	809	32,2	21,1	14,1	0	14,1
FLNG Coral Sul										
Incinerador Térmico CO ₂ (TM3300XX003)	730067	8758571	74,7	1,9	1255	4,7	Traços	0,5	0,9	0
GTG (TM4100HW001A + TM4100HW001B + TM4100HW001C)	730097	8758571	68,7	2,7	493	18,4	5,6	8,3	0	1,7
CTG (TM3701MT001 + TM3702MT001 + TM3701MT002 + TM3702MT002)	730099	8758571	59,2	2,8	809	32,2	21,1	14,1	0	14,1

Nota:

[1] As coordenadas são estimadas a partir da localização da FLNG Coral Norte.

[2] A altura da chaminé e os diâmetros internos da Queima HP representam parâmetros de libertação efectivos calculados utilizando o procedimento US EPA para converter queimas em fontes pseudo-pontuais.

[3] As fontes GTG, CTG e GDE representam parâmetros de emissão fundidos, estimados utilizando o procedimento US EPA. Em cada cenário, as unidades fundidas na fonte de emissão representativa são fornecidas entre parênteses.

AIV.1.4.2. Meteorologia

Foi elaborado um ficheiro meteorológico utilizando o modelo prognóstico da WRF, que utiliza os dados fornecidos pela Reanálise Global do Centro Nacional de Previsão Ambiental (NCEP - *National Centre for Environmental Prediction*). O Modelo WRF é um sistema de previsão numérica de mesoescala de última geração projectado para servir tanto para as necessidades de pesquisa atmosférica quanto para as de previsão operacional. O modelo serve uma ampla gama de aplicações meteorológicas em escalas de dezenas de metros a milhares de quilómetros.

Executar um modelo regional requer uma condição inicial, bem como condições de limite lateral. A obtenção de dados meteorológicos para um local específico requer a consideração de registos meteorológicos de tantas estações meteorológicas ao nível da superfície quanto possível e um modelo grande para definir as condições de limite.

A US EPA recomenda a utilização de dados meteorológicos recolhidos durante um período suficientemente longo para garantir que as piores condições meteorológicas da área de estudo estejam adequadamente representadas nos resultados do modelo¹⁵. Para cumprir esta recomendação, o ficheiro meteorológico WRF empregado nesta avaliação cobre uma série completa de valores horários calculados a partir de observações de superfície e sondagens superiores das estações meteorológicas mais próximas da área de estudo durante um período de três (3) anos (2020-2022).

O conjunto de dados da superfície inclui velocidade do vento, direcção do vento, temperatura de bolbo seco, cobertura de nuvens e altura do tecto. As sondagens superiores incluem velocidade do vento, ponto de orvalho, pressão atmosférica e altura de medição. O pré-processador meteorológico CALMET usa os dados meteorológicos e geofísicos para criar um campo de vento espacialmente variável para a área de estudo para cada passo de hora em hora modelado. O conjunto completo de campos de vento por hora calculado pelo CALMET é usado como entrada para a dispersão no CALPUFF. Um exemplo deste campo de vento variável espacialmente, calculado pelo CALMET para o passo temporal 00:00-01:00 16 de Novembro de 2021, é apresentado na Figura AIV.2, estando a localização da FLNG indicada a vermelho.

¹⁵ US EPA. Appendix W of 40 CFR Part 51. Revisions to the Guideline on Air Quality Models: Enhancements to the AERMOD Dispersion Modeling System and Incorporation of Approaches to Address Ozone and Fine Particulate Matter. Federal Register. 17 de Janeiro de 2017

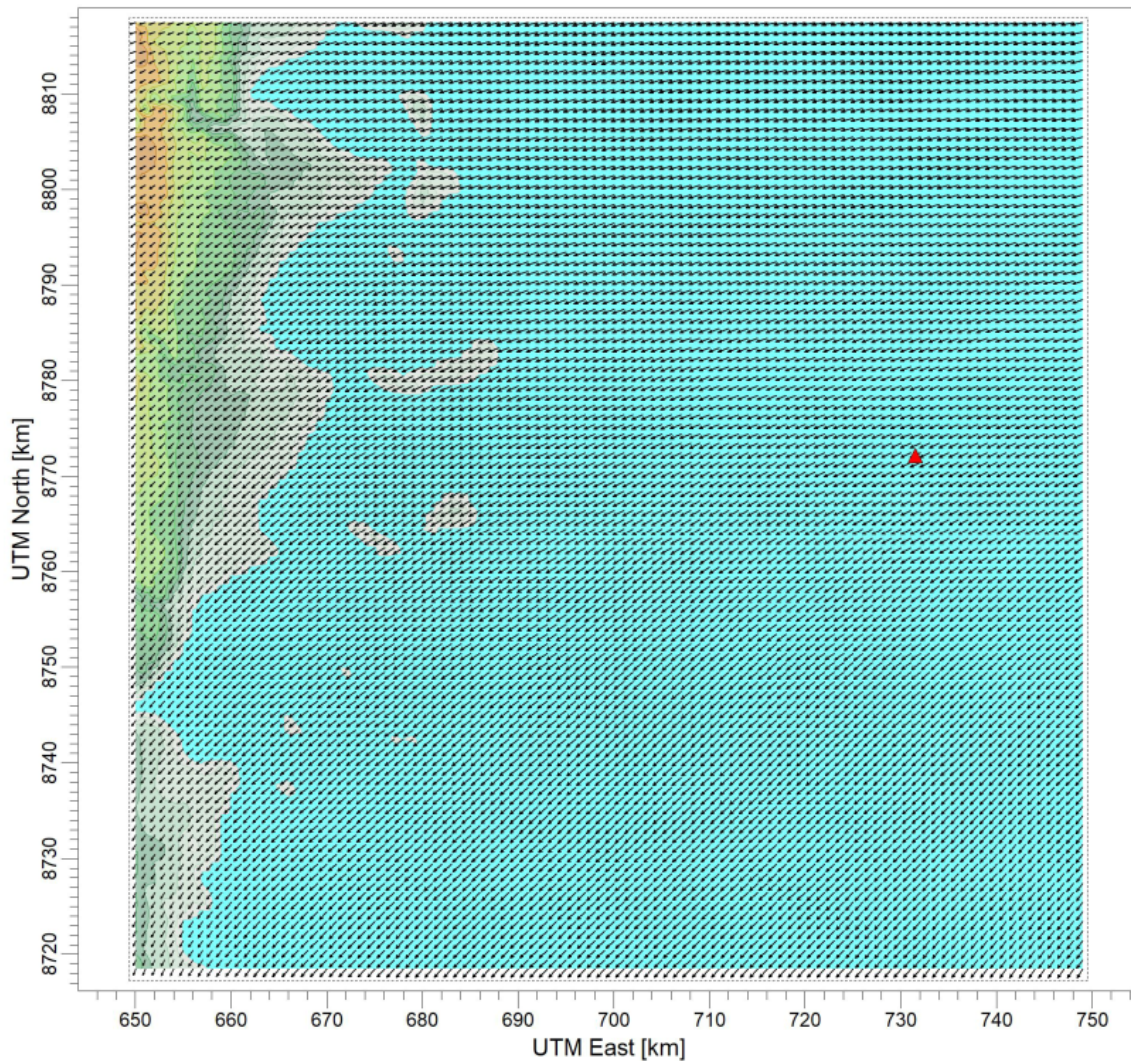


Figura AIV.2: Exemplo de saída do campo de vento CLAMET (00:00-01:00, 16 Novembro 2021)

AIV.1.4.3. Dados do Terreno

Os dados geofísicos usados para caracterizar o terreno na área do projecto foram obtidos a partir de dados de elevação do terreno da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission* - Missão Topográfica Radar Shuttle) e dados do uso do solo da GLCC (*Global Land Cover Characterization* - Caracterização Global da Cobertura do Solo). A topografia da maior parte da área de modelação é plana (offshore).

AIV.1.4.4. Domínio de Modelação

Para esta avaliação foi definido um domínio de modelação de 100 km x 100 km com uma grelha cartesiana de receptores com espaçamento de 500 m para avaliar a GLC em cada receptor (40 000

no total), conforme previsto pelo CALPUFF. A grelha de modelação utilizada para esta avaliação é apresentada na Figura AIV.3, com a localização da FLNG indicada a vermelho.

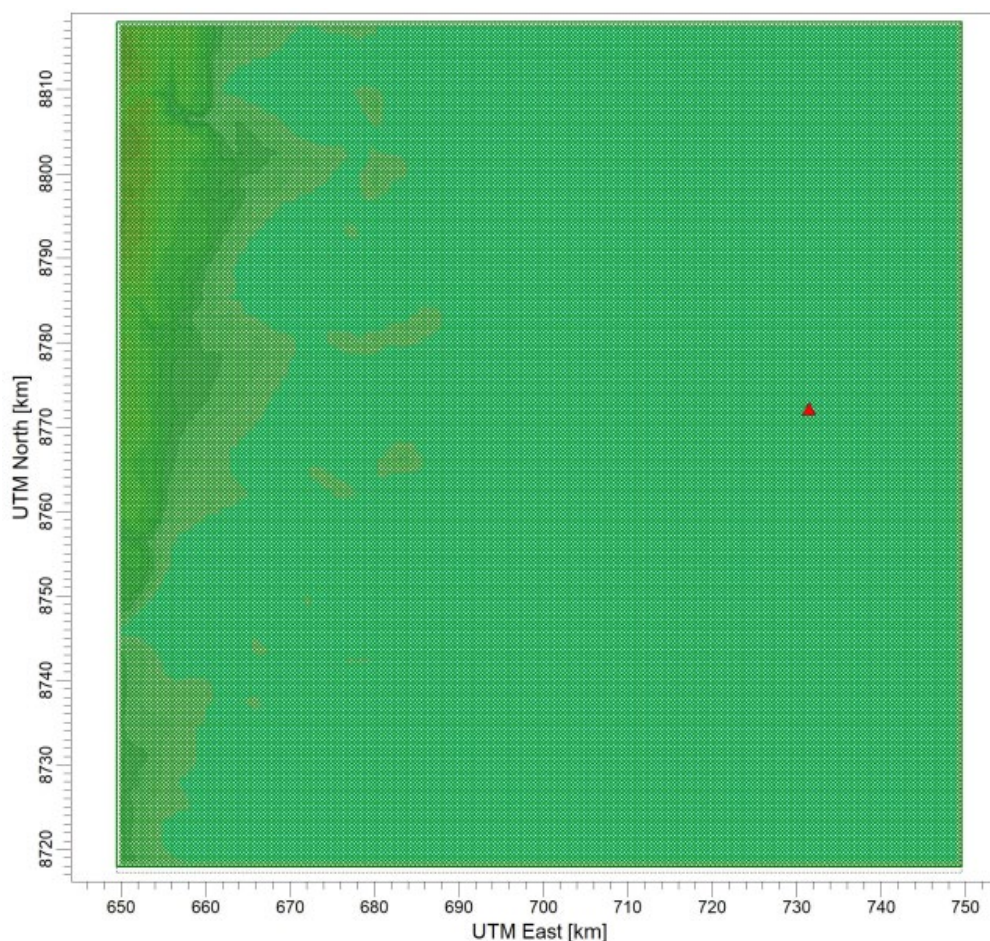


Figura AIV.3: Grelha cartesiana de modelação

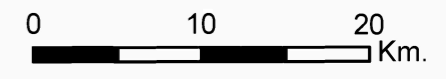
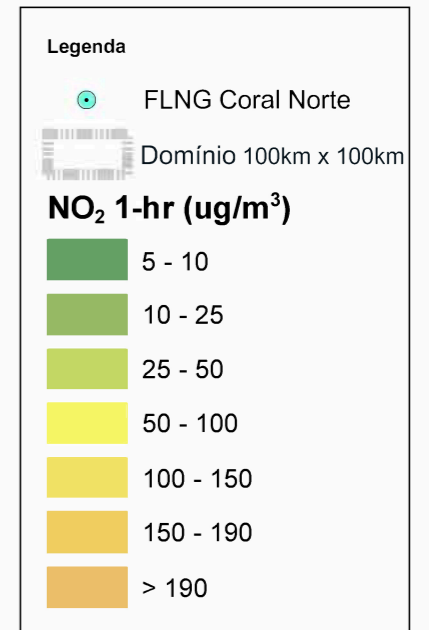
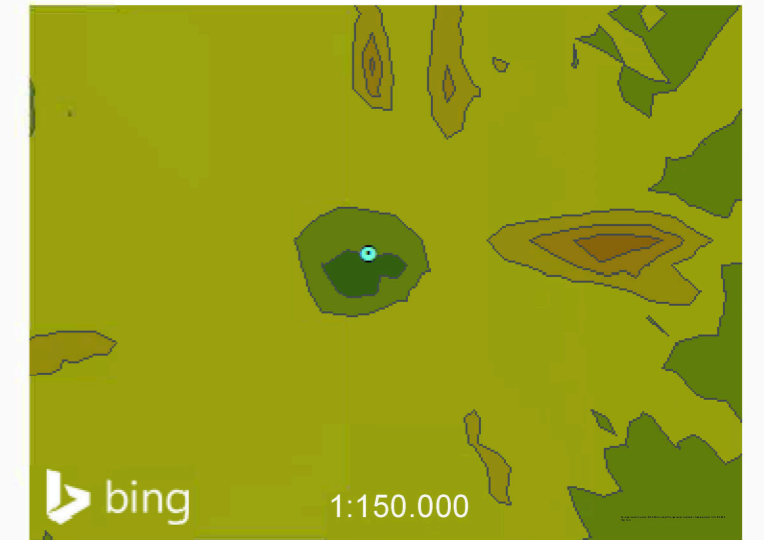
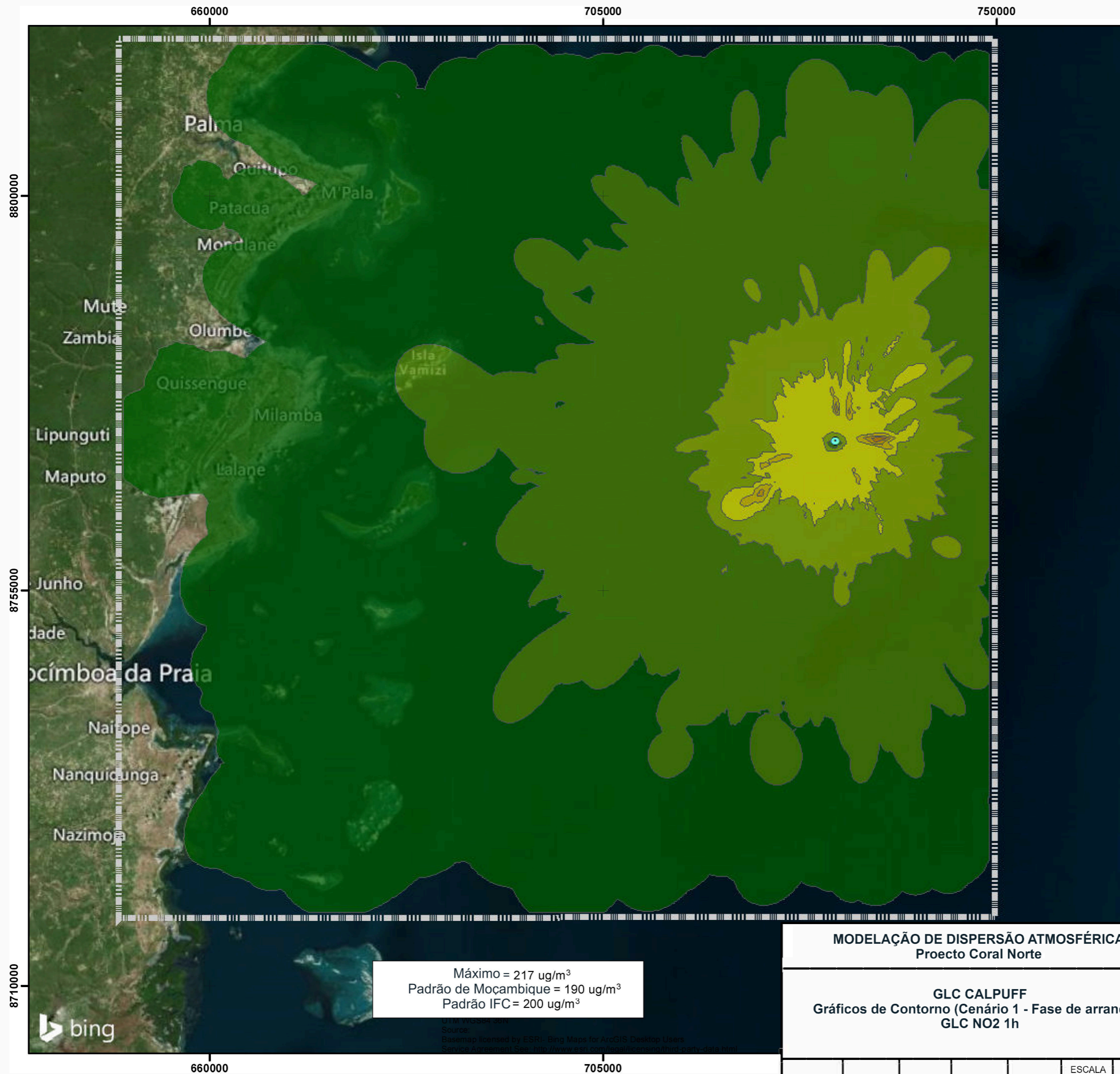
As GLC máximas previstas dos COC nos receptores usando o CALPUFF em quatro cenários de modelação em toda a grelha cartesiana foram traçadas como mapas de contorno de concentração no solo, conforme fornecido nos Anexos IV.A a IV.D. Os resultados da modelação também são apresentados e discutidos na secção de avaliação de impactos da qualidade do ar (ver Volume II).

AIV.1.4.5. Taxa de conversão de NO_x para NO₂

A dispersão modelada de NO_x emitida pela queima é uma mistura de NO₂ e NO. As GLC de NO_x previstas pelo modelo não podem ser directamente comparadas com os Padrões de Qualidade do Ar Ambiente de Moçambique e da OMS, que estão estabelecidos para o NO₂. Como abordagem conservadora, presumiu-se que todo o NO emitido na mistura de NO_x é, em última instância, convertido para NO₂ (ou seja, conversão total). Esta suposição representa a abordagem de Nível 1 recomendada pela US EPA como um primeiro método de triagem para a modelação de NO₂¹⁶.

¹⁶ US EPA. Appendix W of 40 CFR Part 51. Revisions to the Guideline on Air Quality Models: Enhancements to the AERMOD Dispersion Modeling System and Incorporation of Approaches to Address Ozone and Fine Particulate Matter. Federal Register. 17 de Janeiro de 2017

Anexo IV.A – Gráficos de Contorno de GLC do CALPUFF (Cenário 1 – Fase de Arranque)



Máximo = 217 ug/m³
 Padrão de Moçambique = 190 ug/m³
 Padrão IFC = 200 ug/m³

MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

GLC CALPUFF
 Gráficos de Contorno (Cenário 1 - Fase de arranque)
 GLC NO₂ 1h

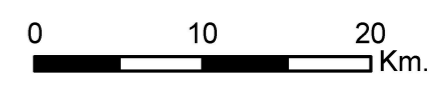
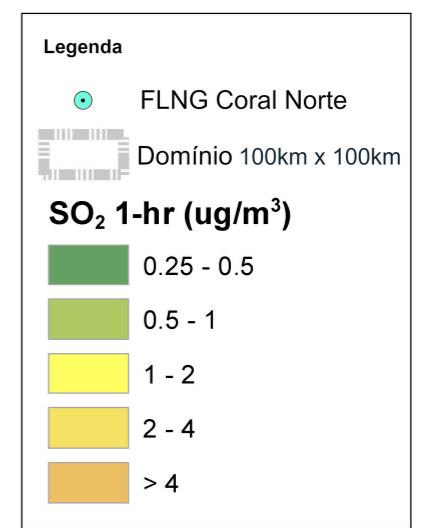
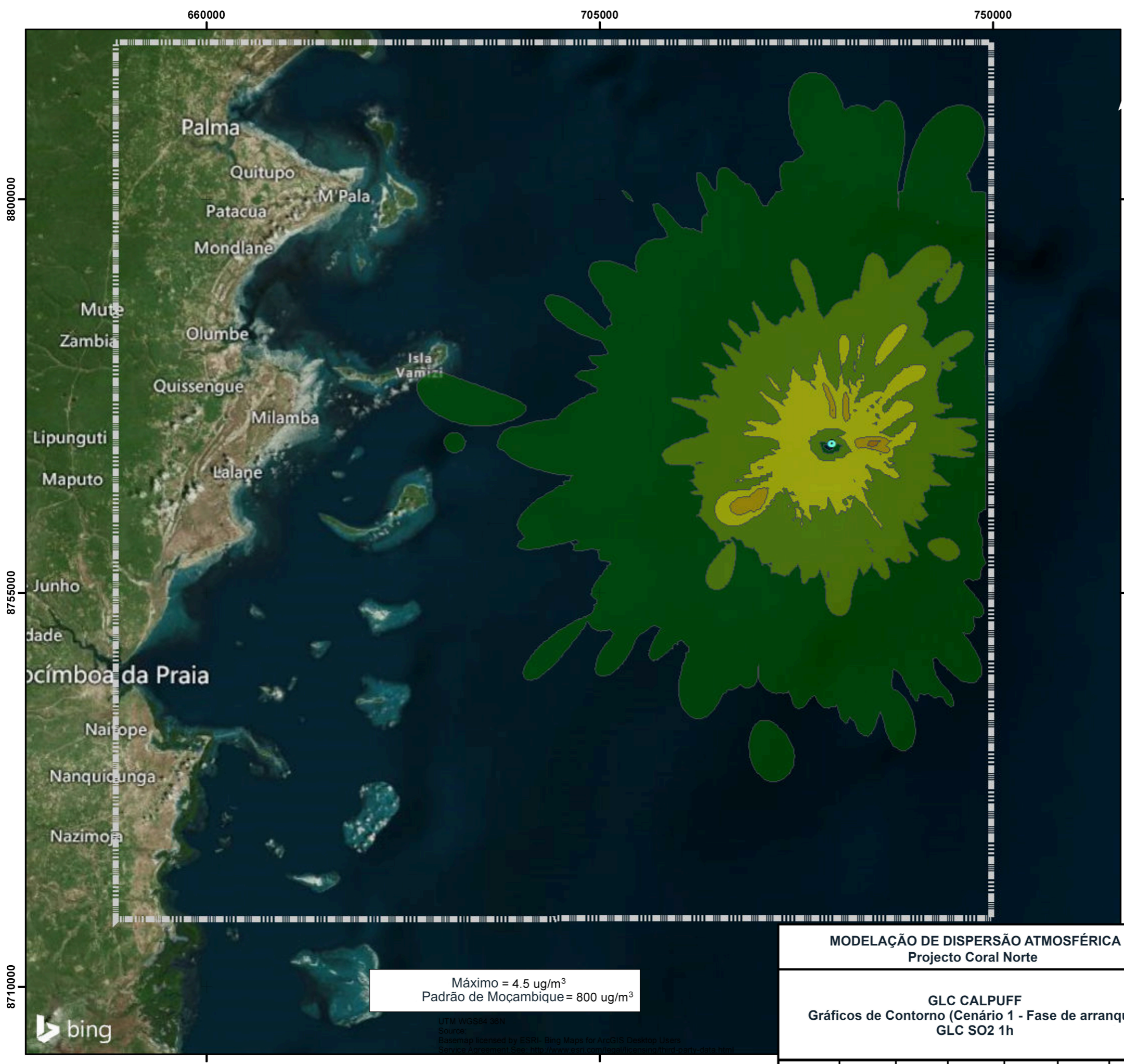
ESCALA
 1:450.000

FIGURAA.1

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.

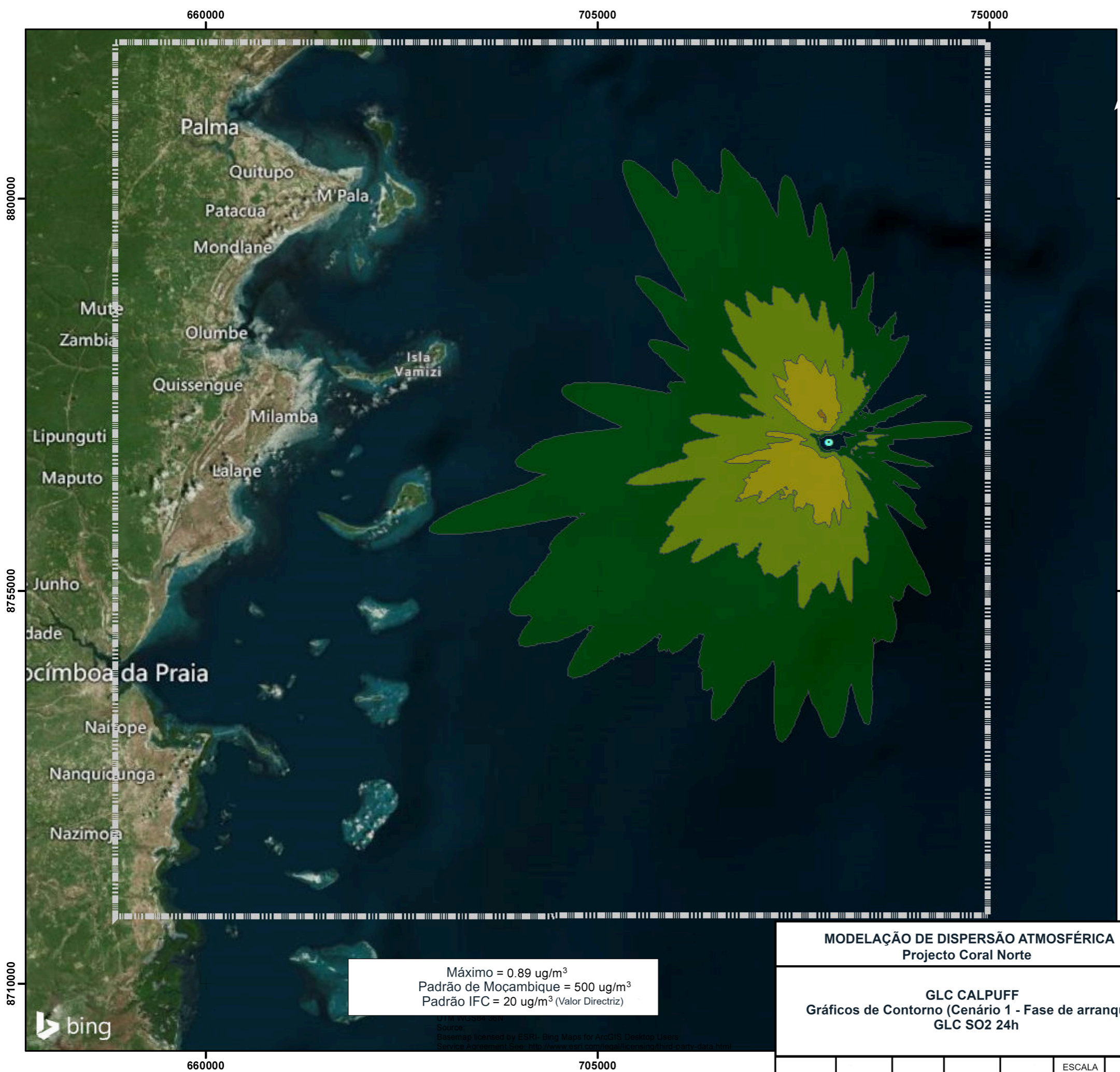
Pathria me C:\TIGM416000-00382 - GIS\MXD\416000-00382 - Mozambique Coral North Air - A-1_1hr NO2.mxd



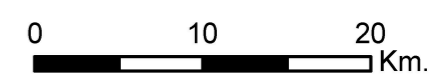
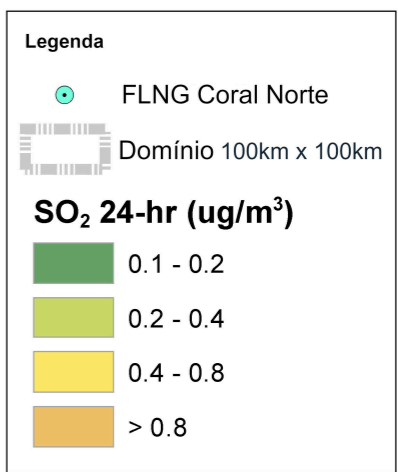
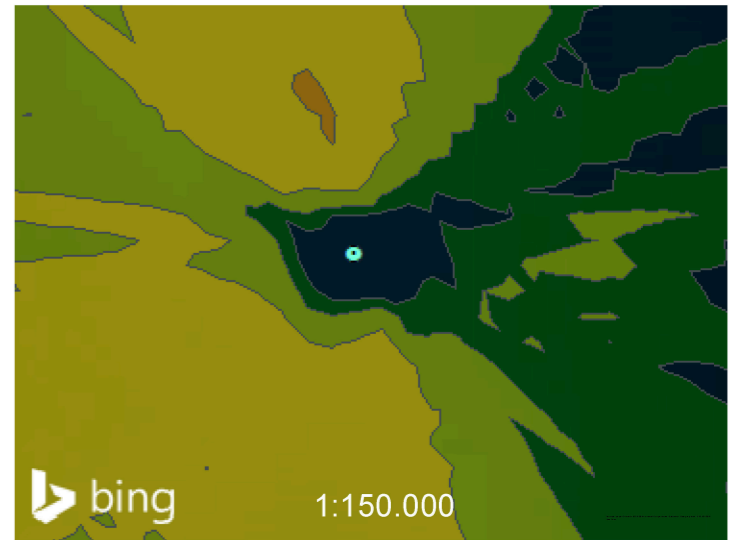
Máximo = 4.5 ug/m³
 Padrão de Moçambique = 800 ug/m³

MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA Projecto Coral Norte			
GLC CALPUFF Gráficos de Contorno (Cenário 1 - Fase de arranque) GLC SO ₂ 1h			
		ESCALA 1:450.000	FIGURA A.2
			Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.
 Pathname: C:\ITC\1415000-00382 - Mozambique Coral North FLNG Modelling\05 - GIS\WXD\15000-00382 - Mozambique Coral North Air_A-2_1hr_SO2.mxd



Máximo = 0.89 ug/m³
 Padrão de Moçambique = 500 ug/m³
 Padrão IFC = 20 ug/m³ (Valor Directriz)



MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

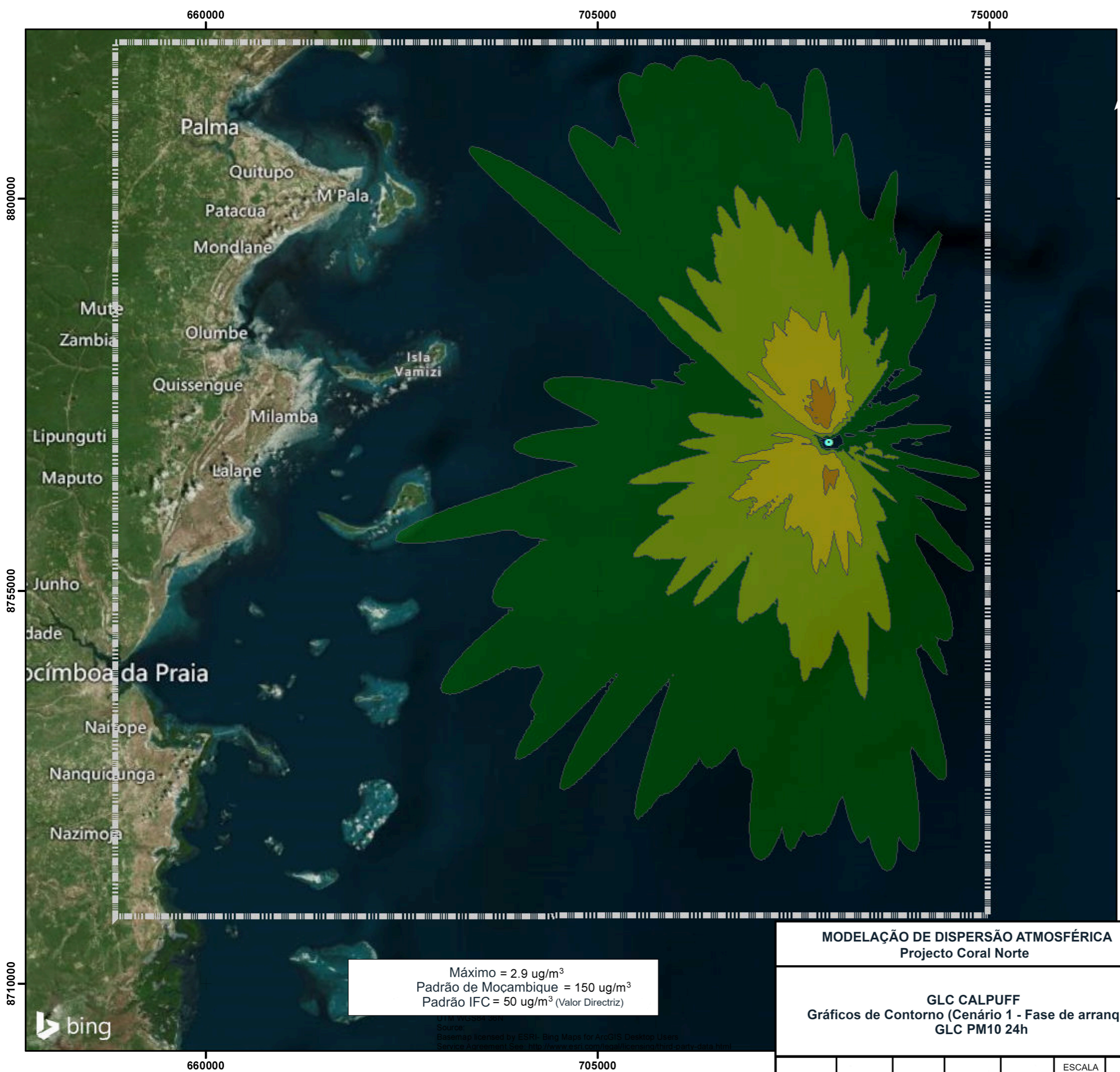
GLC CALPUFF
 Gráficos de Contorno (Cenário 1 - Fase de arranque)
 GLC SO₂ 24h

ESCALA
1:450.000

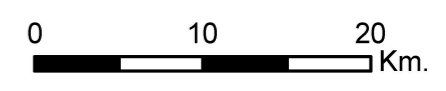
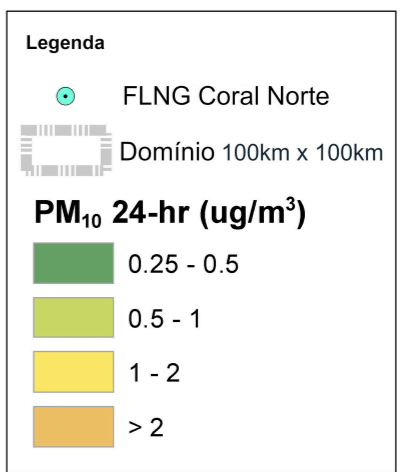
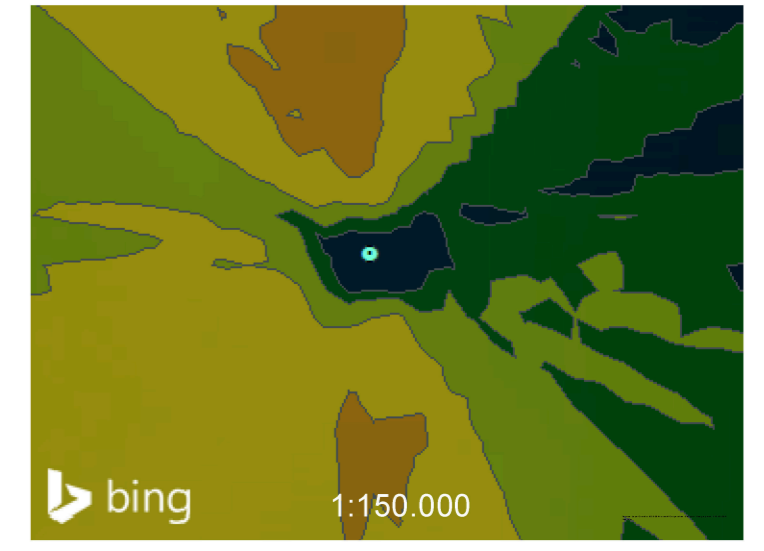
FIGURA A.3

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.



Máximo = 2.9 ug/m³
 Padrão de Moçambique = 150 ug/m³
 Padrão IFC = 50 ug/m³ (Valor Directriz)



MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

GLC CALPUFF
 Gráficos de Contorno (Cenário 1 - Fase de arranque)
 GLC PM10 24h

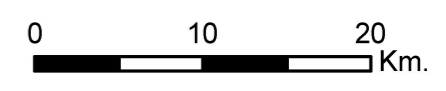
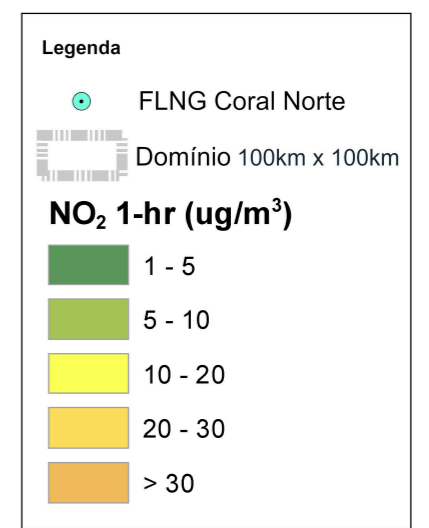
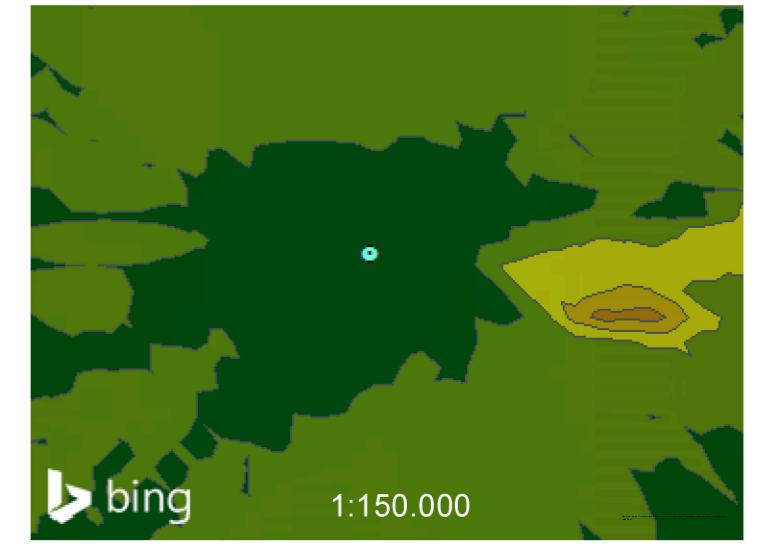
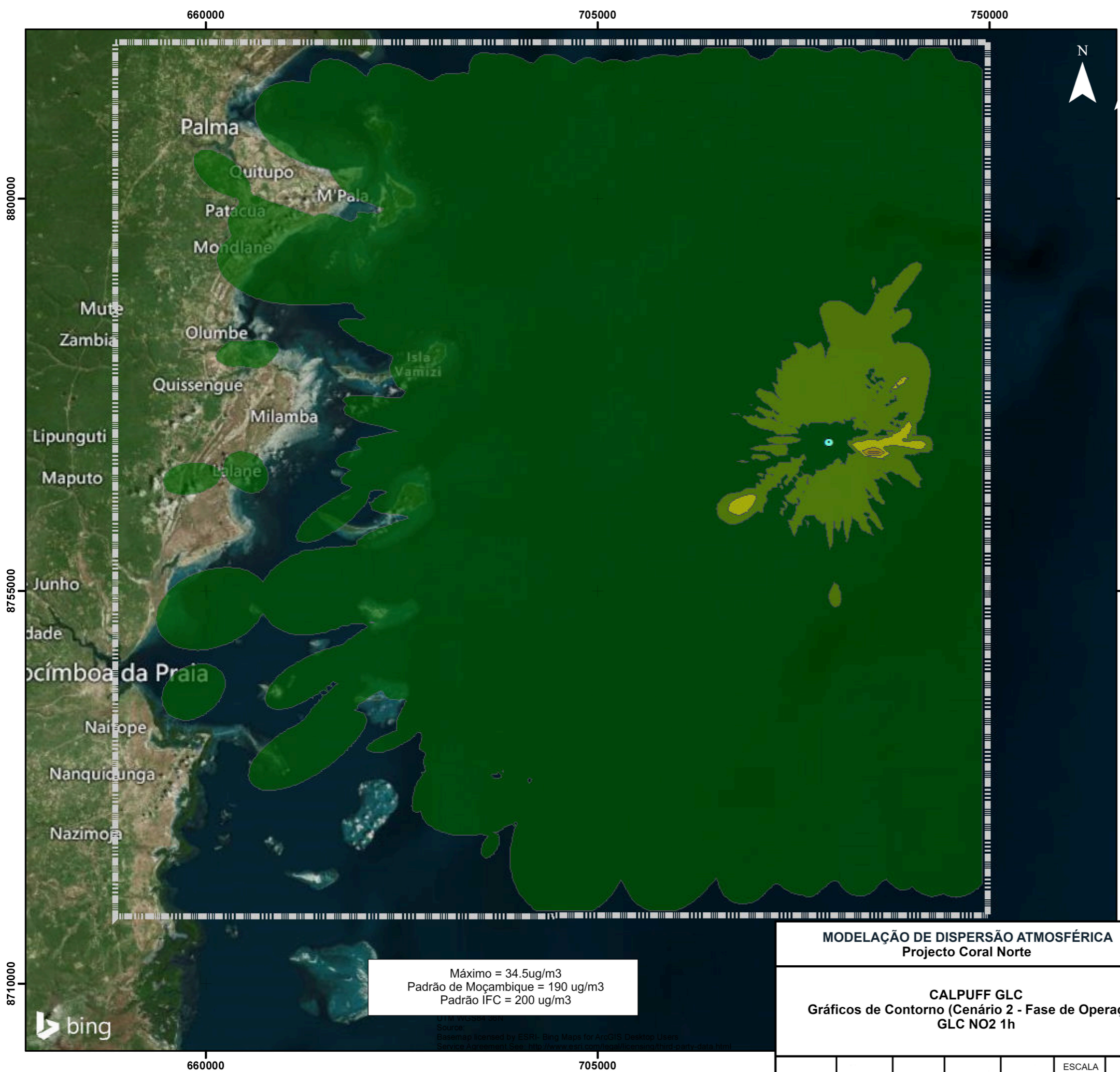
ESCALA
1:450.000

FIGURA A.4

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.

Anexo IV.B – Gráficos de Contorno de GLC do CALPUFF (Cenário 2 – Fase Operacional)



Máximo = 34.5ug/m3
 Padrão de Moçambique = 190 ug/m3
 Padrão IFC = 200 ug/m3

MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

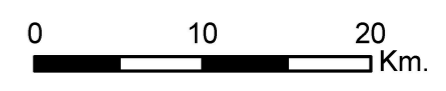
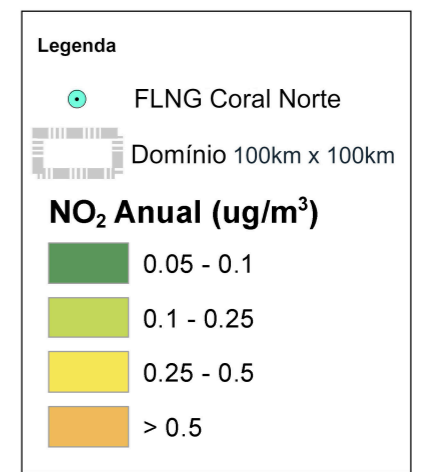
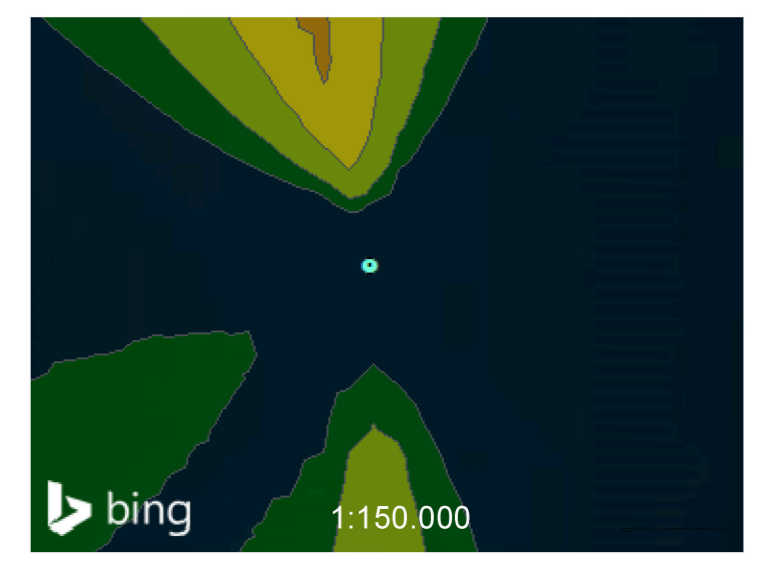
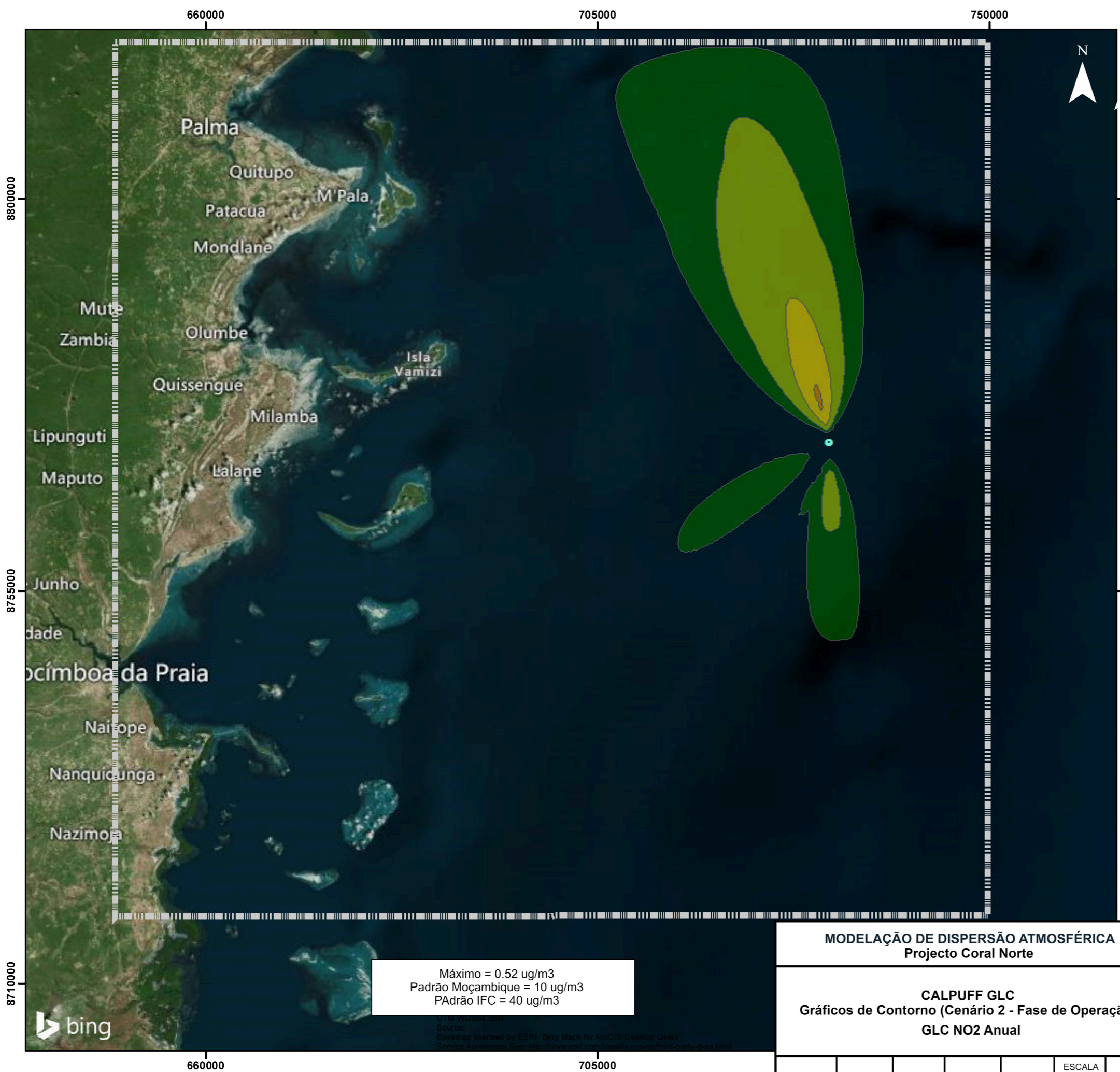
CALPUFF GLC
 Gráficos de Contorno (Cenário 2 - Fase de Operação)
 GLC NO₂ 1h

ESCALA
1:450.000

FIGURA B.1

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.
 Pathname:C:\ITC\1415000-00382 - GIS\WXD\Appendix B\1415000-00382 - Mozambique Coral North Air - B-1 - 1-hr NO2.mxd



MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
Projecto Coral Norte

CALPUFF GLC
Gráficos de Contorno (Cenário 2 - Fase de Operação)
GLC NO₂ Anual

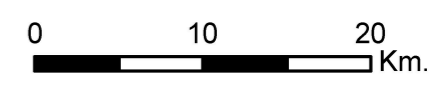
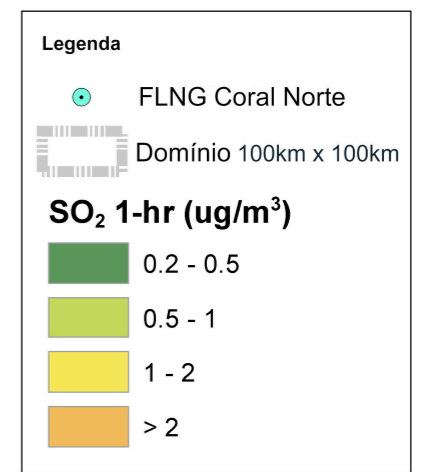
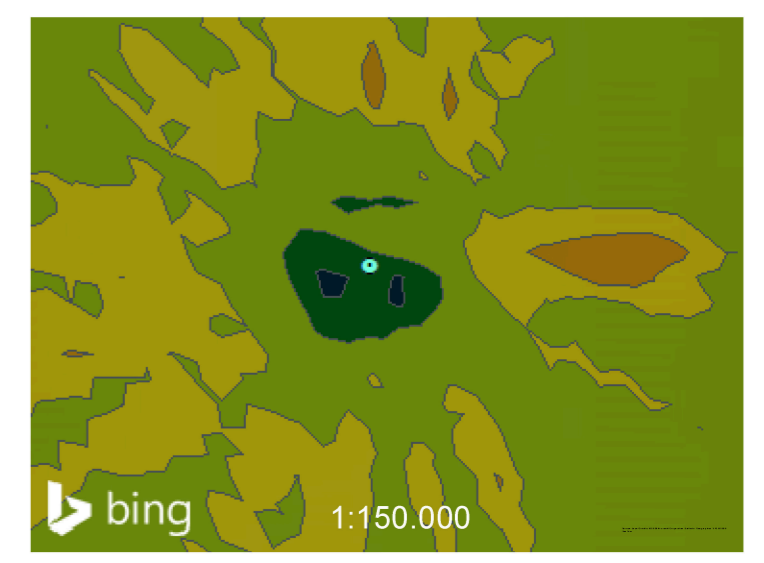
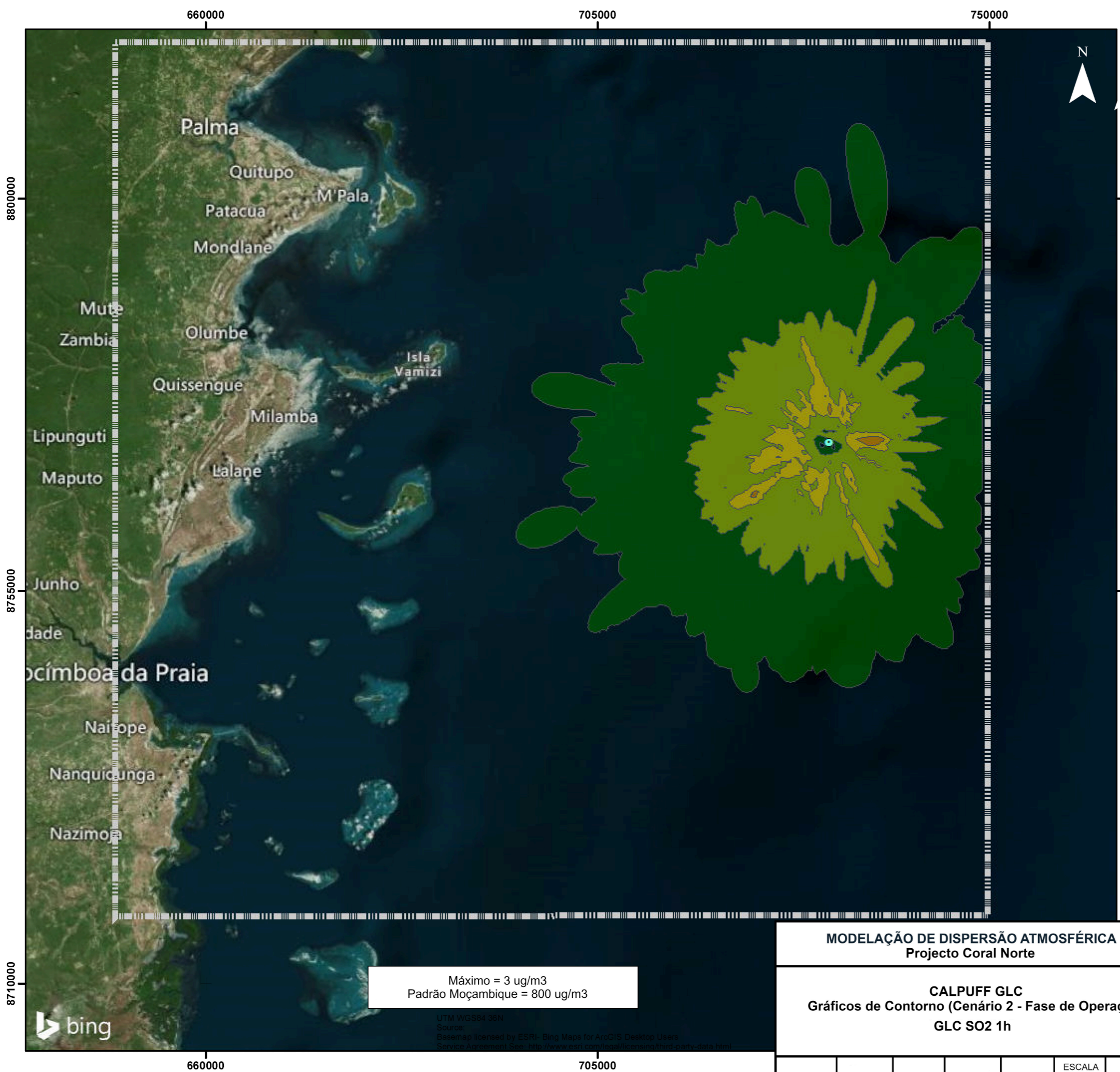
Máximo = 0.52 ug/m3
 Padrão Moçambique = 10 ug/m3
 Padrão IFC = 40 ug/m3

ESCALA
1:450.000

FIGURA B.2

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.



Máximo = 3 ug/m³
Padrão Moçambique = 800 ug/m³

UTM WGS84 36N
Source:
Basemap licensed by ESRI - Bing Maps for ArcGIS Desktop Users
Service Agreement See: <http://www.esri.com/legal/copying/third-party-data.html>

MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
Projecto Coral Norte

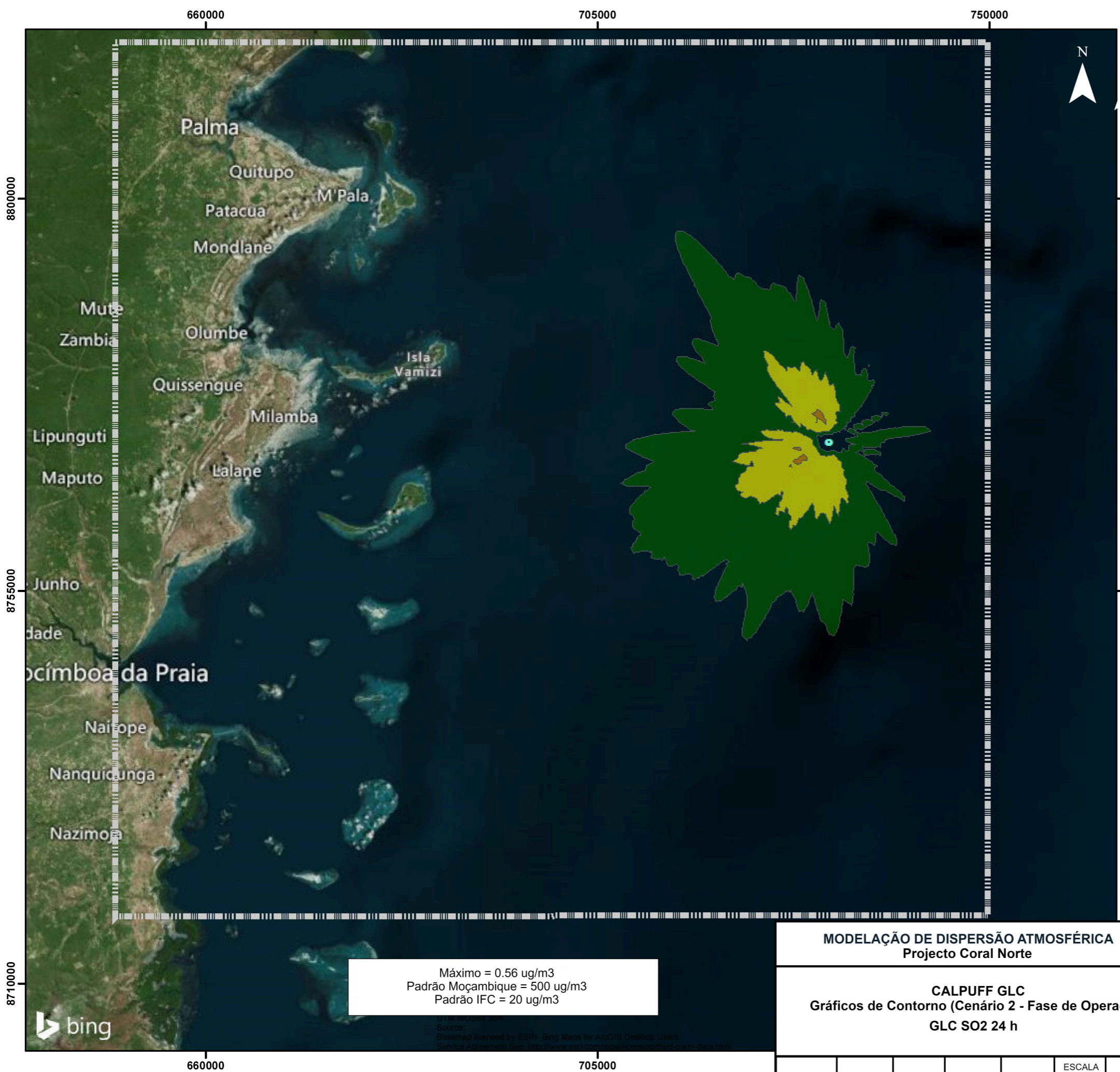
CALPUFF GLC
Gráficos de Contorno (Cenário 2 - Fase de Operação)
GLC SO₂ 1h

ESCALA
1:450.000

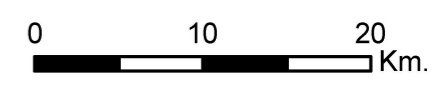
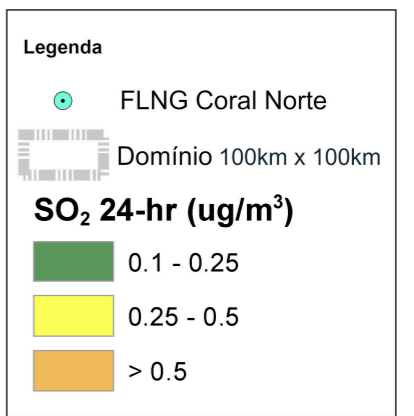
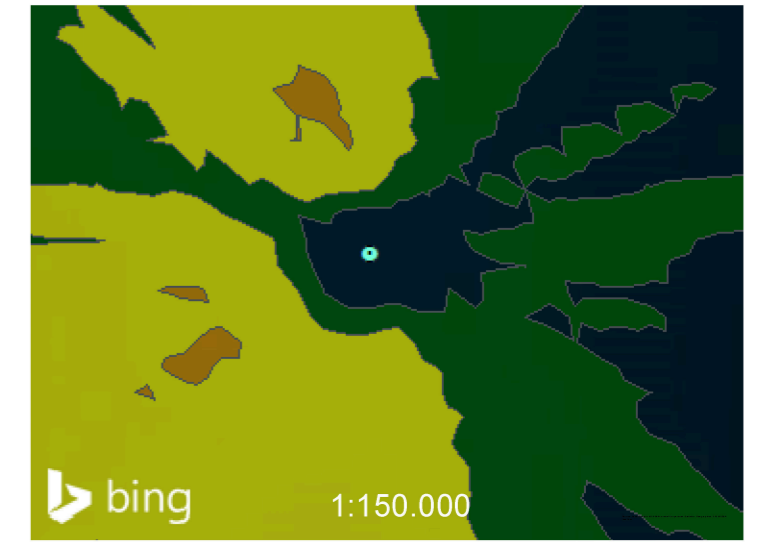
FIGURA B.3

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.
Pathname: C:\TTC\1415000-00382 - Mozambique Coral North FLNG Modelling\05 - GIS\WDX\Appendix B\1415000-00382 - Mozambique Coral North Air - B-3 - 1-hr SO2.mxd




Máximo = 0.56 ug/m3
 Padrão Moçambique = 500 ug/m3
 Padrão IFC = 20 ug/m3




MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

CALPUFF GLC
 Gráficos de Contorno (Cenário 2 - Fase de Operação)
 GLC SO2 24 h



CONSULTEC
CORPORATE ENVIRONMENTAL LOGO



Advisian
Worley Group

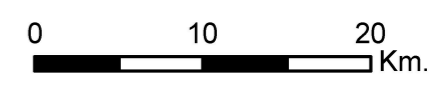
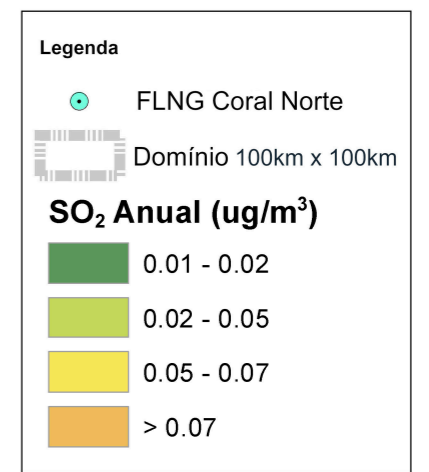
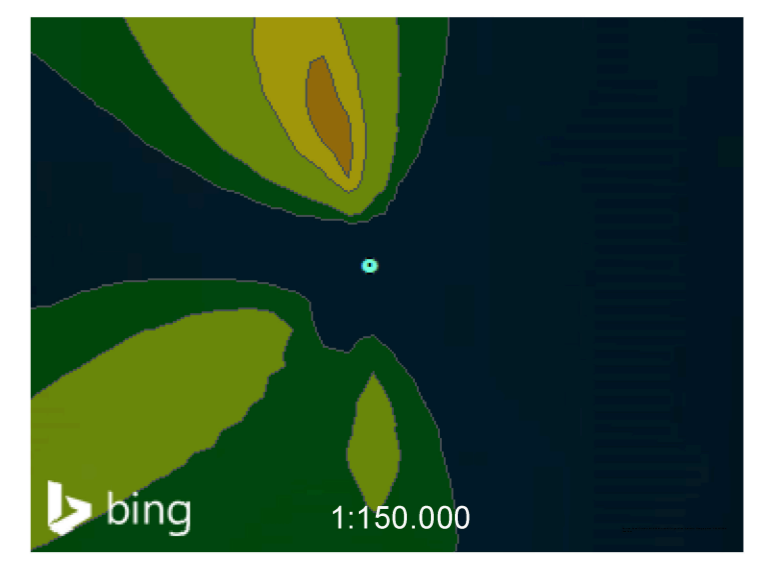
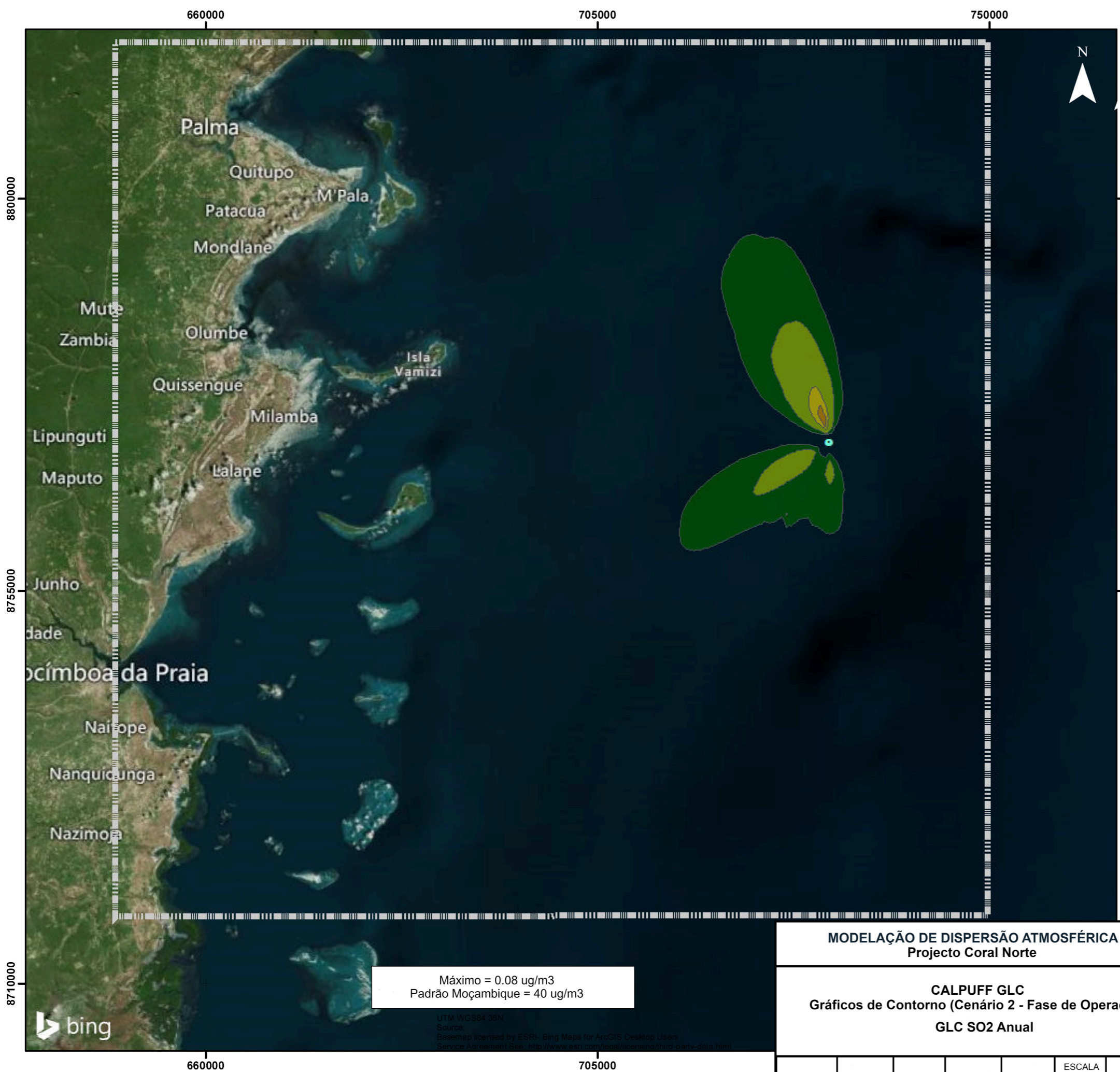
ESCALA
1:450.000

FIGURA B.4

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.

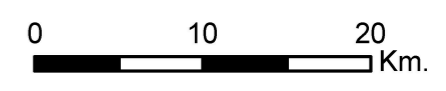
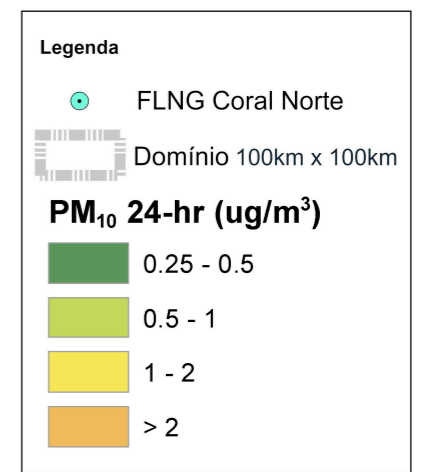
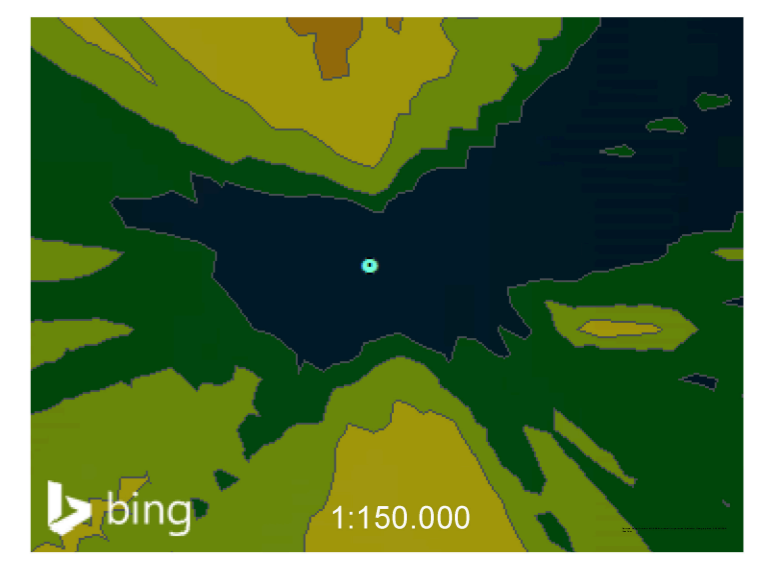
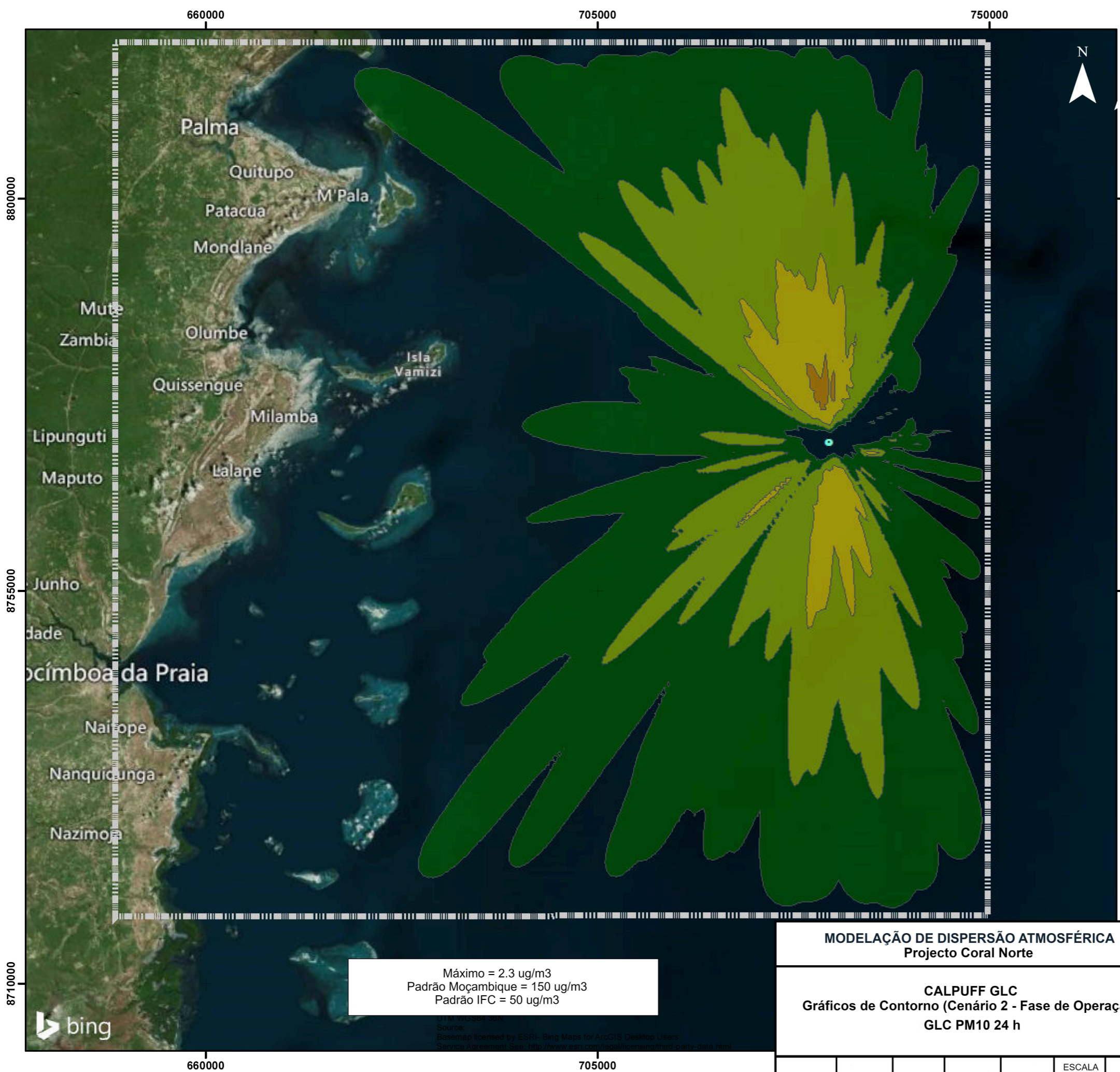
Pathname: C:\TTC\1415000-00382_Mozambique\Appendix B\1415000-00382 - Mozambique Coral North Air - B-4 - 24-hr SO2.mxd



MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA Projecto Coral Norte		CALPUFF GLC Gráficos de Contorno (Cenário 2 - Fase de Operação) GLC SO ₂ Anual			
		ESCALA 1:450.000		FIGURA B.5	
				Rev.0	

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.


Pathname:C:\ITC\145000-00382_Mozambique_Coral_North_FLNG_Modelling\05 - GIS\WXD\Appendix B\145000-00382 - Mozambique Coral North Air - B-5 - Annual SO2.mxd




Máximo = 2.3 ug/m³
 Padrão Moçambique = 150 ug/m³
 Padrão IFC = 50 ug/m³

MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

CALPUFF GLC
 Gráficos de Contorno (Cenário 2 - Fase de Operação)
 GLC PM₁₀ 24 h



CONSULTEC
CORPORATE ADVISORS



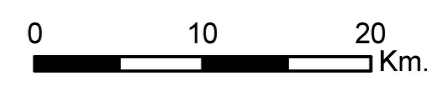
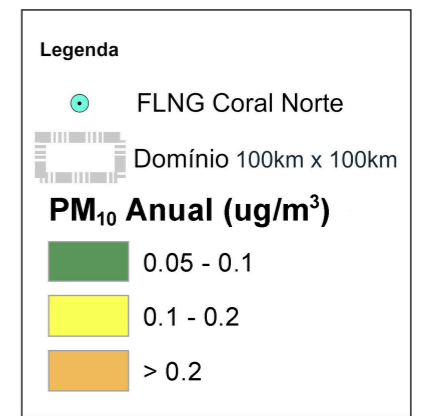
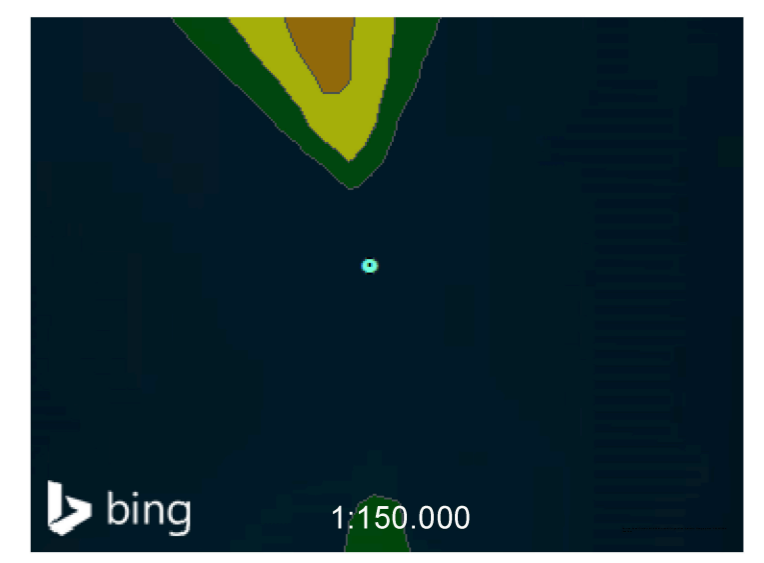
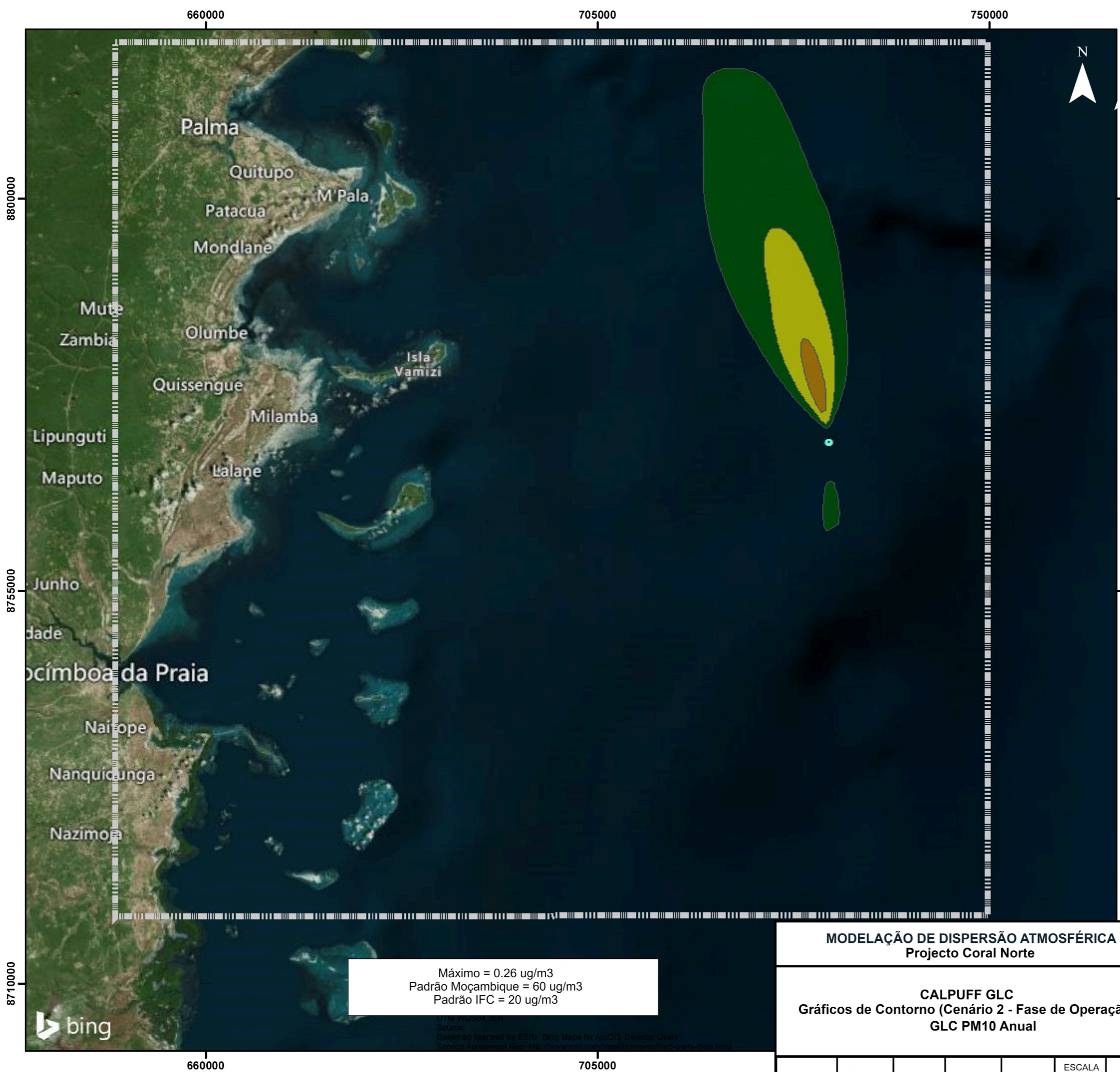
Advisian
Worley Group

ESCALA
1:450.000

FIGURA B.6

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.



Máximo = 0.26 ug/m3
 Padrão Moçambique = 60 ug/m3
 Padrão IFC = 20 ug/m3

MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

CALPUFF GLC
 Gráficos de Contorno (Cenário 2 - Fase de Operação)
 GLC PM10 Anual



CONSULTEC
CORPORATE ASSOCIATES LTD



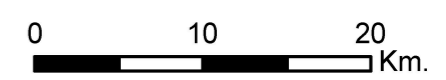
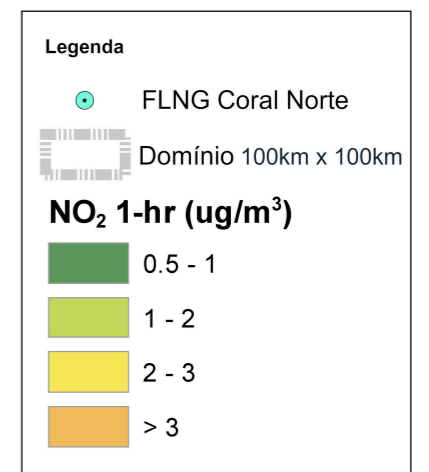
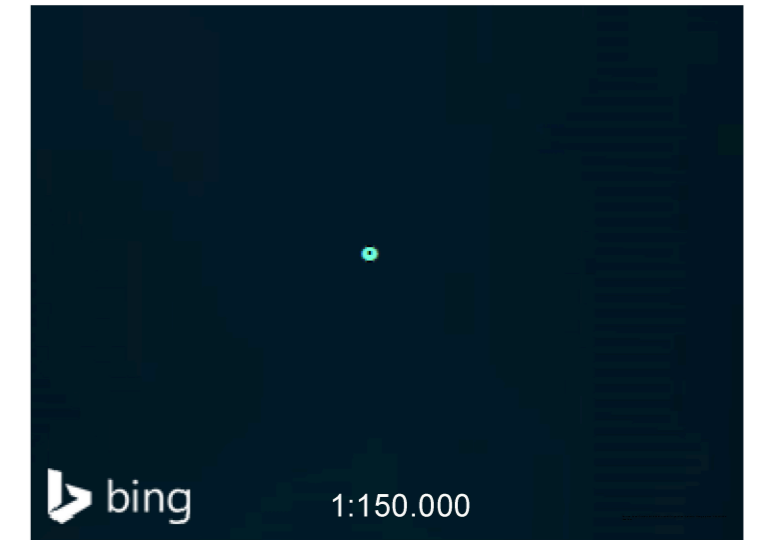
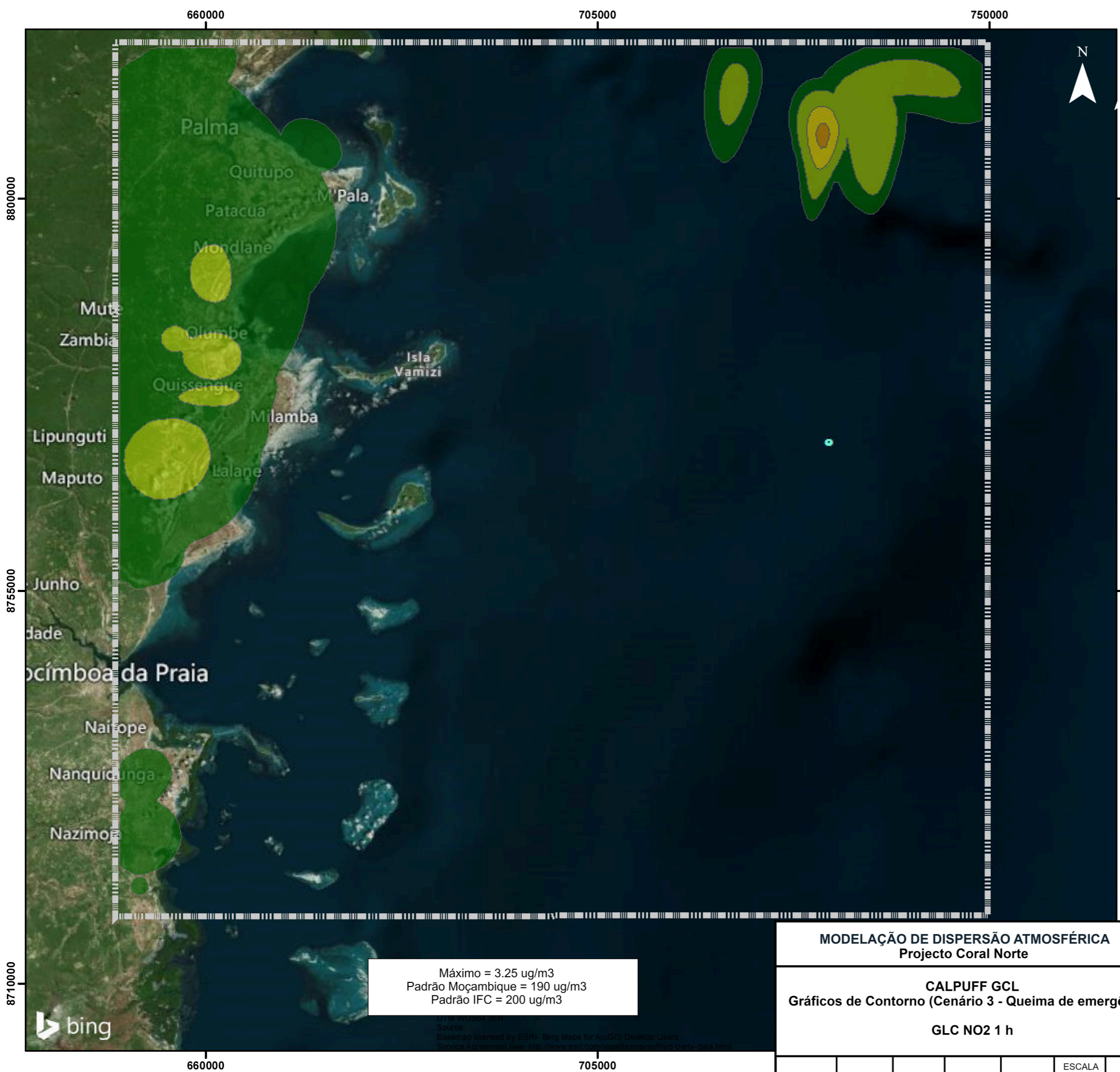
Advisian
Worley Group

ESCALA
1:450.000

CODE **FIGURA B.7** Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.
 Pathname:C:\ITC\145000-00382_Mozambique_Coral_North_FLNG_Modelling\05 - GIS\WXD\Appendix B\145000-00382 - Mozambique Coral North Air - B-7 - Annual PM10.mxd

Anexo IV.C – Gráficos de Contorno de GLC do CALPUFF (Cenário 3 – Queima de Emergência e/ou Não Planeada)



Máximo = 3.25 ug/m³
 Padrão Moçambique = 190 ug/m³
 Padrão IFC = 200 ug/m³

MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

CALPUFF GCL
 Gráficos de Contorno (Cenário 3 - Queima de emergência)

GLC NO₂ 1 h



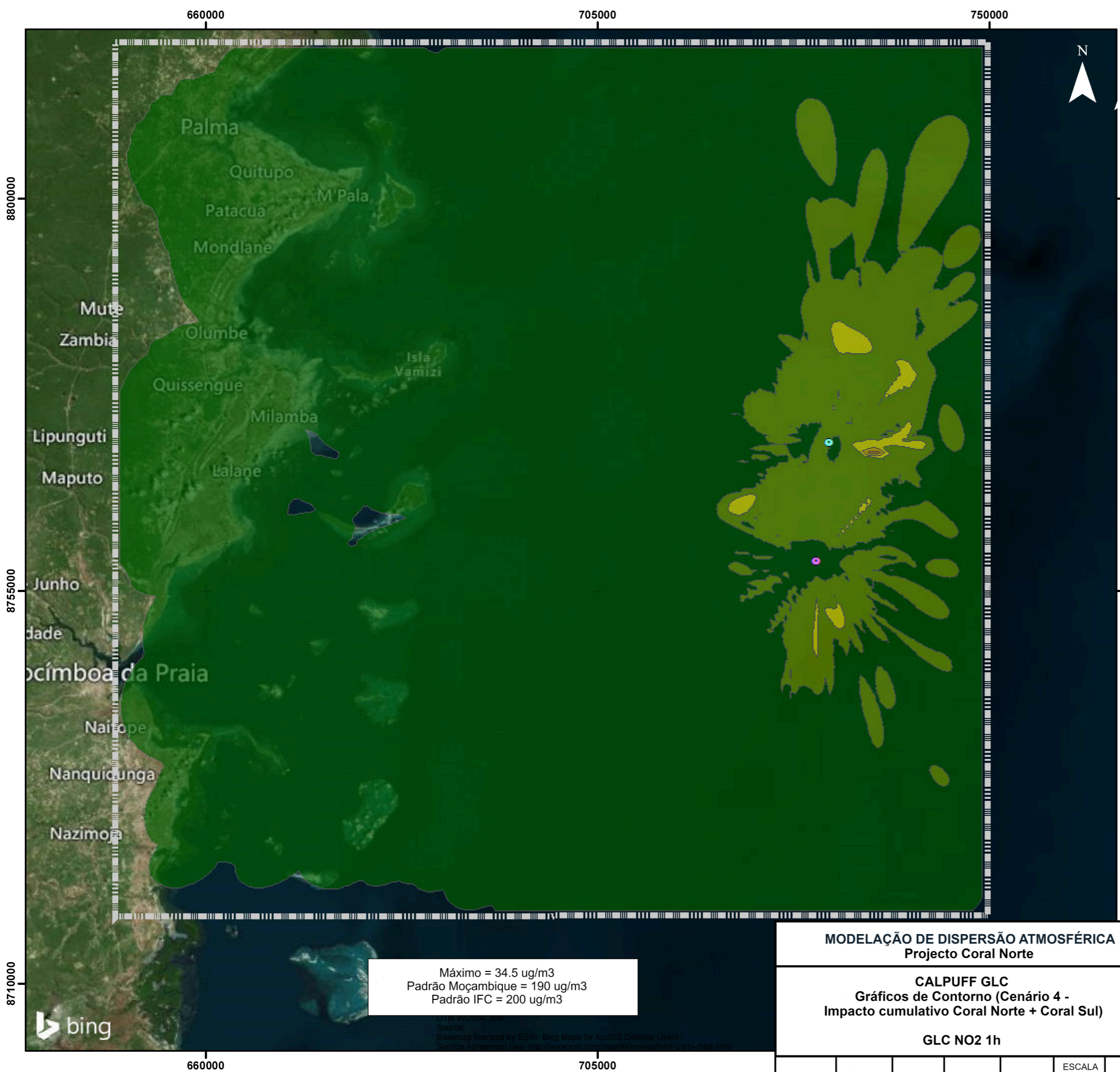
ESCALA
1:450.000

FIGURA C.1

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.

**Anexo IV.D – Gráficos de Contorno de GLC do CALPUFF
(Cenário 4 – Impactos Cumulativos: Coral Norte mais Coral Sul)**



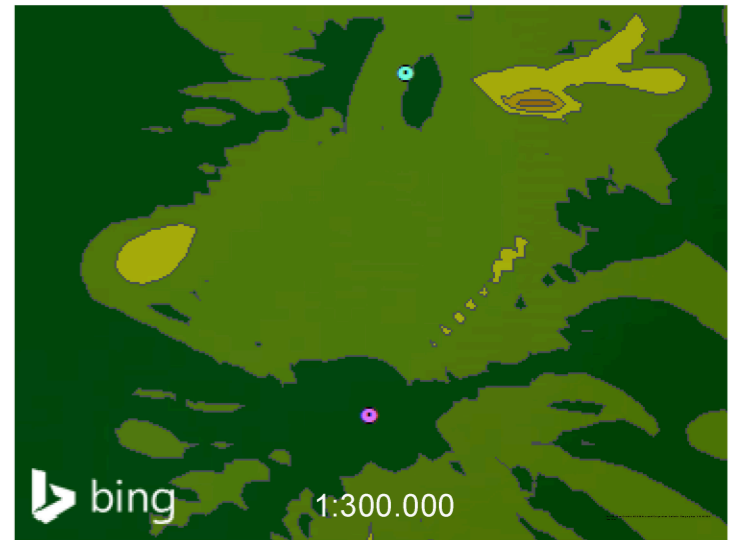
Máximo = 34.5 ug/m3
 Padrão Moçambique = 190 ug/m3
 Padrão IFC = 200 ug/m3

MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

CALPUFF GLC
 Gráficos de Contorno (Cenário 4 -
 Impacto cumulativo Coral Norte + Coral Sul)

GLC NO2 1h

ESCALA
 1:450.000



Legenda

- FLNG Coral Norte
- FLNG Coral Sul
- Domínio 100x100 km

NO₂ 1-hr (ug/m³)

- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- > 30

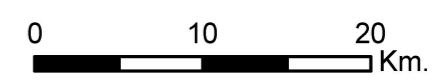
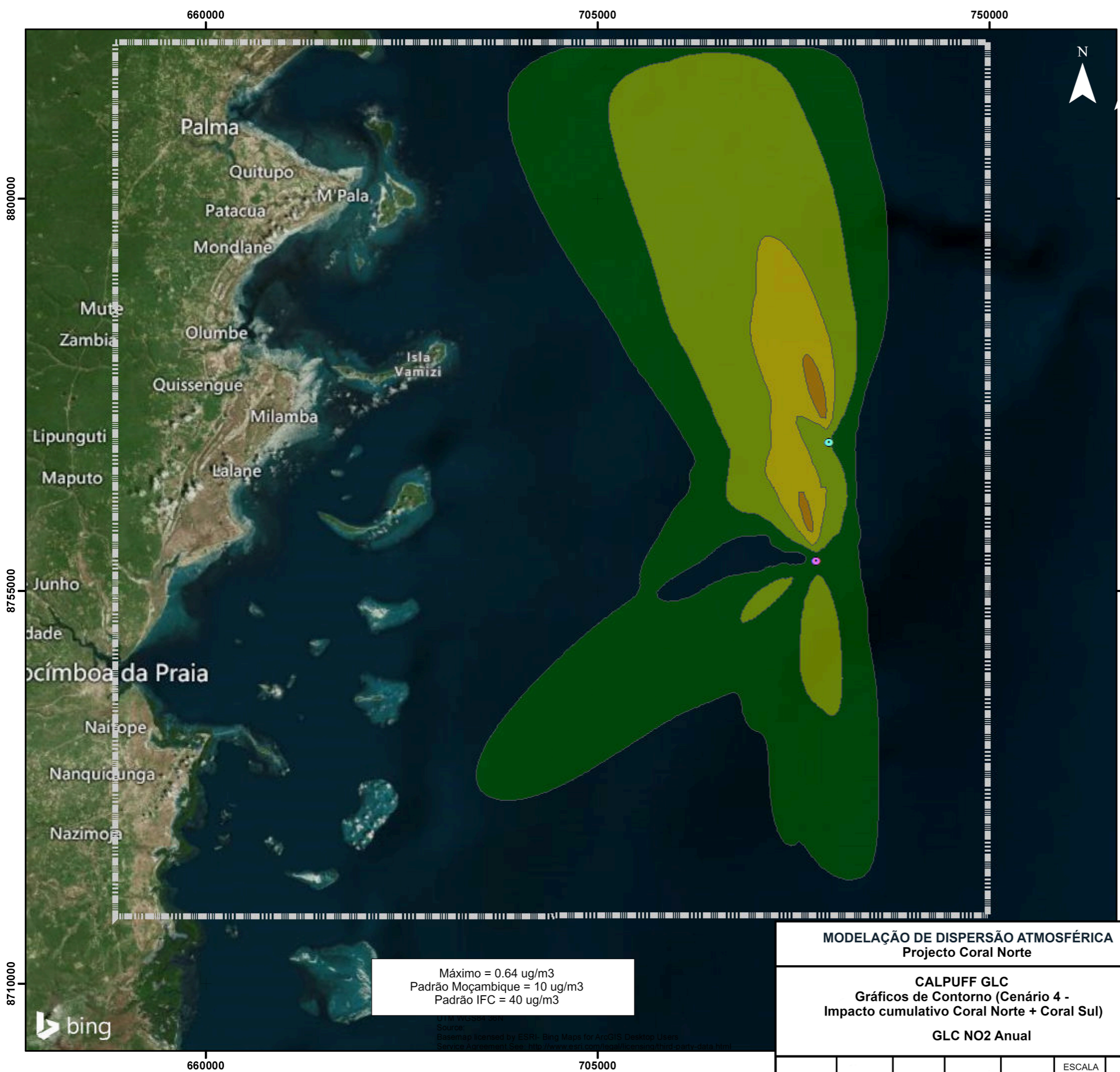


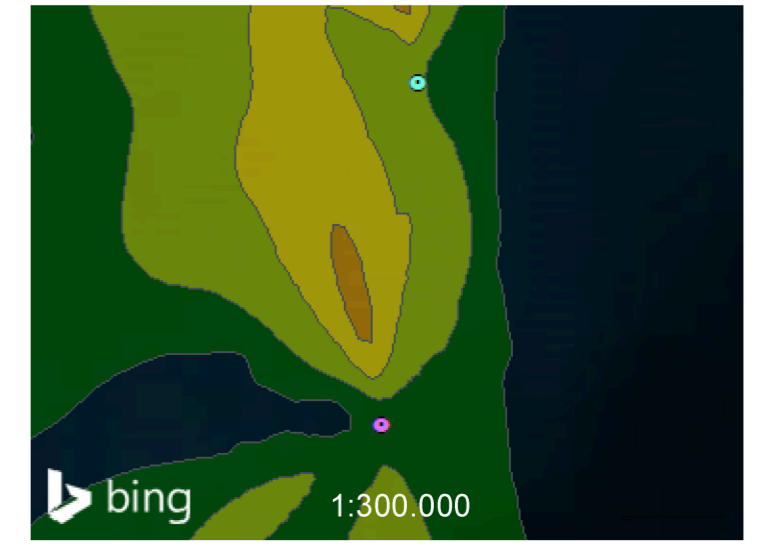
FIGURA D.1

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.



Máximo = 0.64 ug/m3
 Padrão Moçambique = 10 ug/m3
 Padrão IFC = 40 ug/m3

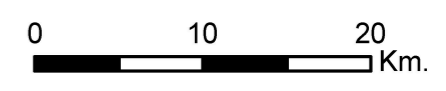


Legenda

- FLNG Coral Norte
- FLNG Coral Sul
- Dominio 100x100 km

NO₂ Anual (ug/m³)

- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- > 0.5



MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

CALPUFF GLC
 Gráficos de Contorno (Cenário 4 -
 Impacto cumulativo Coral Norte + Coral Sul)

GLC NO₂ Anual

CONSULTEC
CORPORATE ENVIRONMENTAL TOOLS

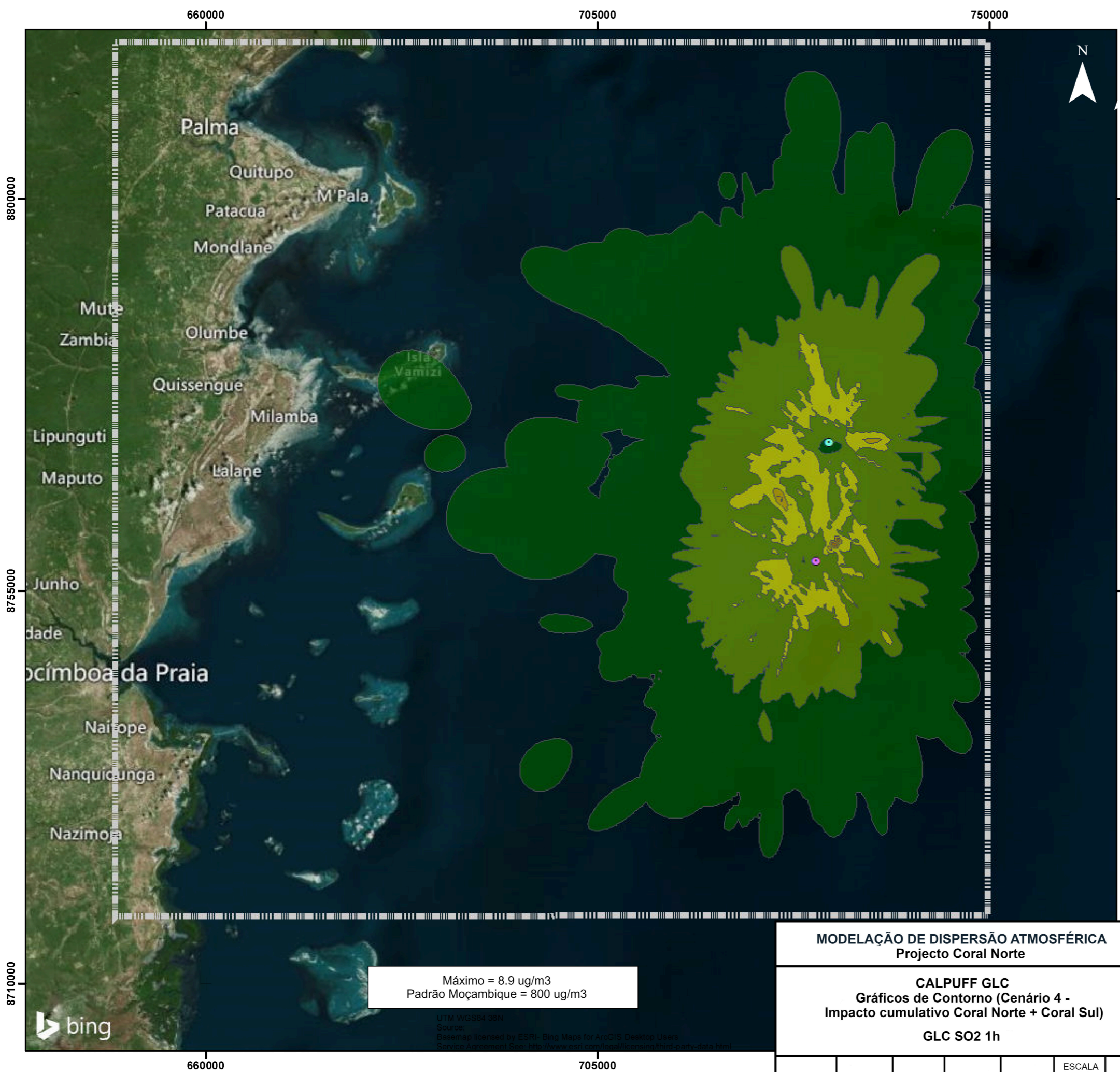
Worley Group

ESCALA
1:450.000

FIGURA D.2

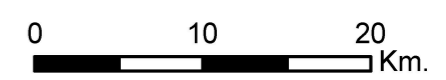
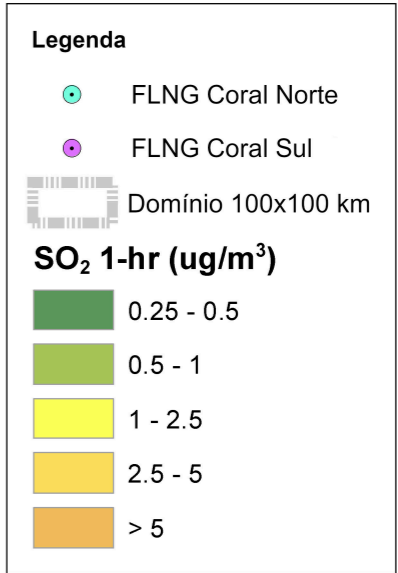
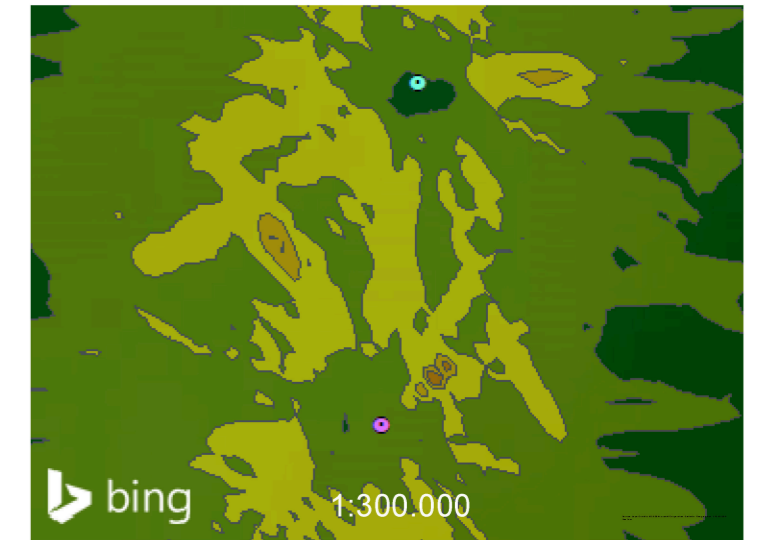
Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.
 Pathname:C:\ITC\1415000-00382_Mozambique_Coral North FLNG_Modelling\05 - GIS\WXD\Appendix D\1415000-00382 - Mozambique Coral North Air - D-2, Annual NO2.mxd



Máximo = 8.9 ug/m3
 Padrão Moçambique = 800 ug/m3


UTM WGS84 36N
 Source:
 Basemap licensed by ESRI - Bing Maps for ArcGIS Desktop Users
 Service Agreement See: <http://www.esri.com/legal/copying/third-party-data.html>




MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

CALPUFF GLC
 Gráficos de Contorno (Cenário 4 -
 Impacto cumulativo Coral Norte + Coral Sul)

GLC SO2 1h


CONSULTING AND ANALYTICAL SERVICES

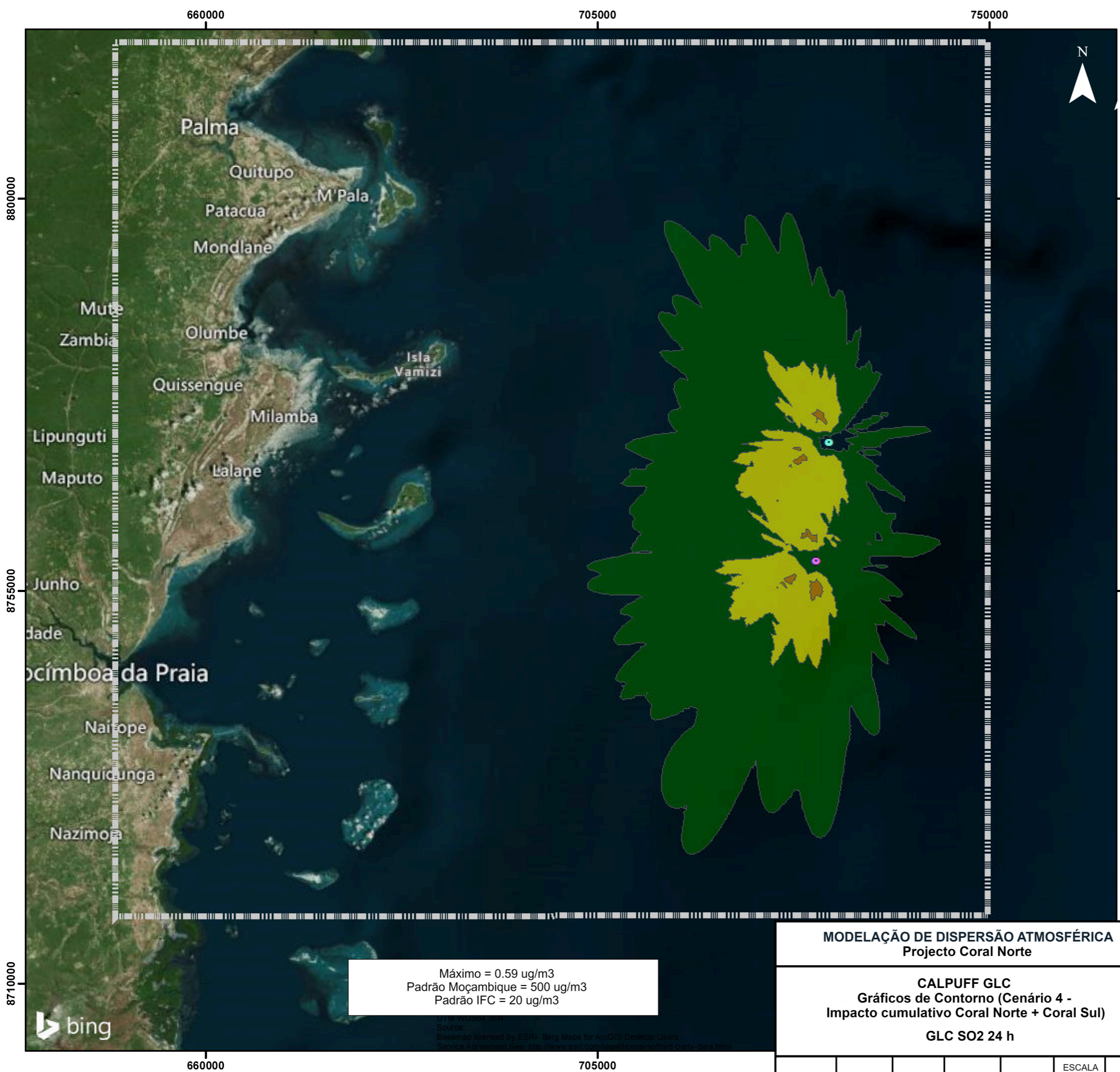

Worley Group

ESCALA
1:450.000

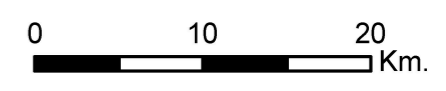
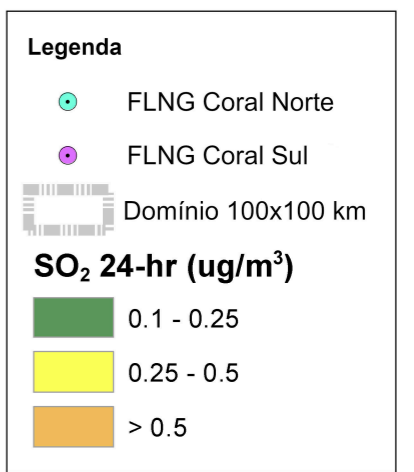
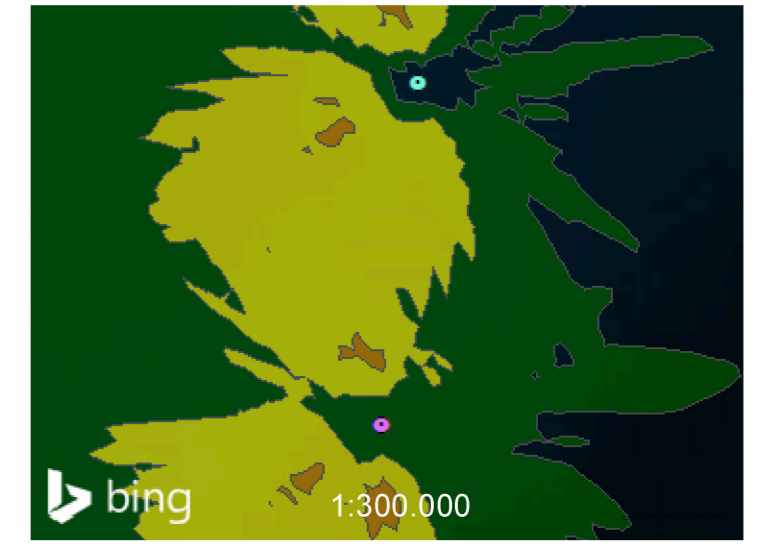
FIGURA D.3

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.
 Pathname: C:\ITC\1415000-00382 - GIS\MOXD\Appendix D\1415000-00382 - Mozambique Coral North Air - D-3 - 1-hr SO2.mxd



Máximo = 0.59 ug/m3
 Padrão Moçambique = 500 ug/m3
 Padrão IFC = 20 ug/m3



MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

CALPUFF GLC
 Gráficos de Contorno (Cenário 4 -
 Impacto cumulativo Coral Norte + Coral Sul)

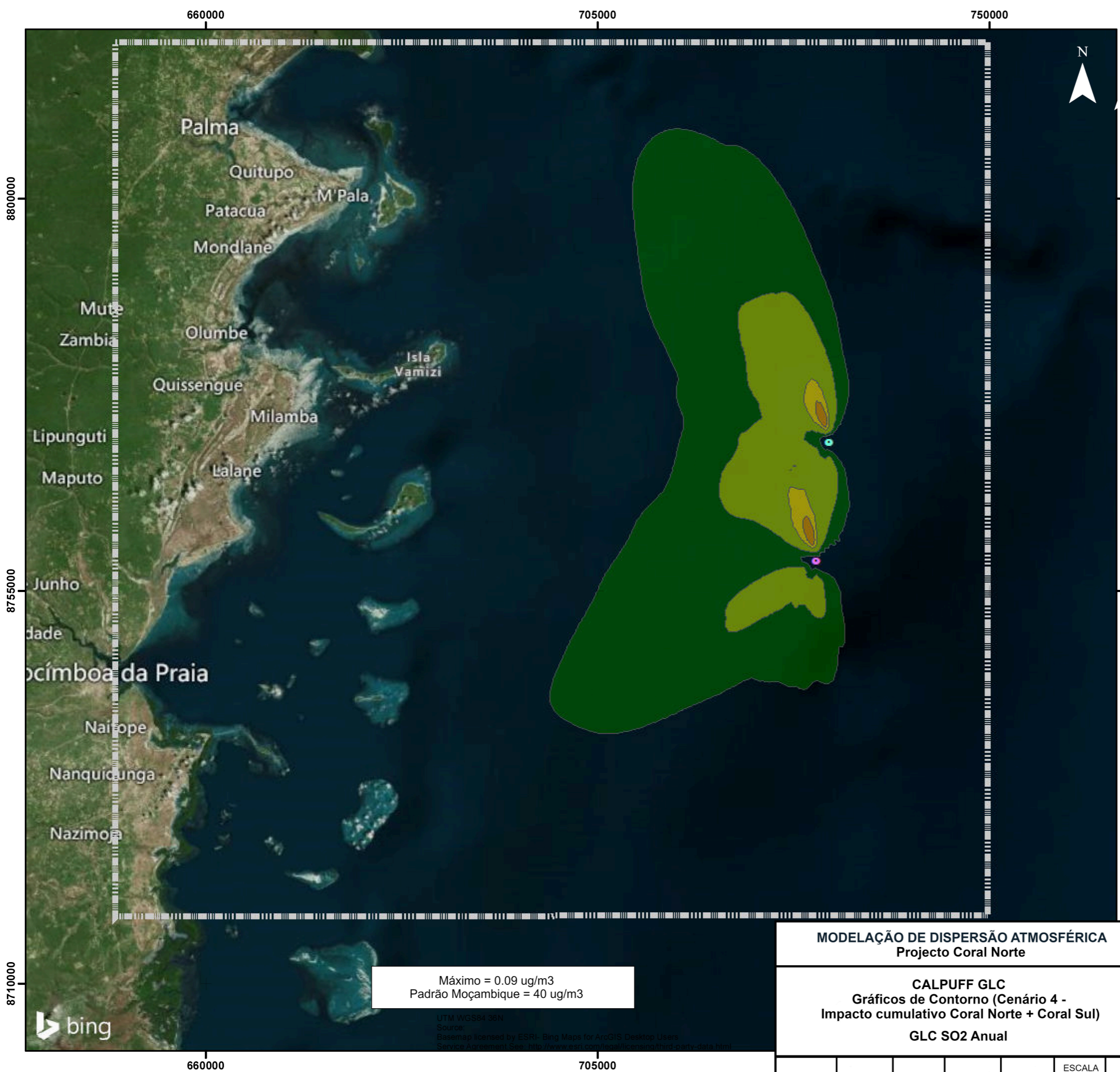
GLC SO₂ 24 h

ESCALA
1:450.000

FIGURA D.4

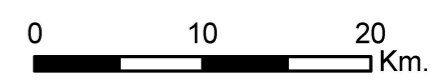
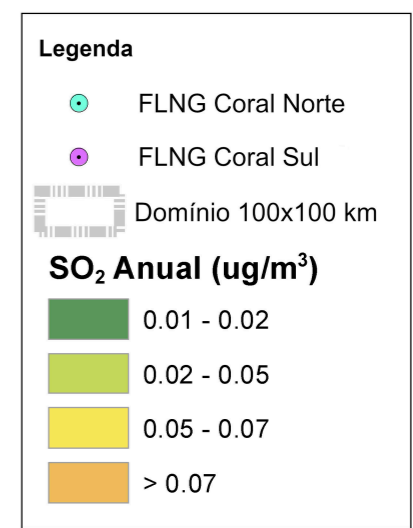
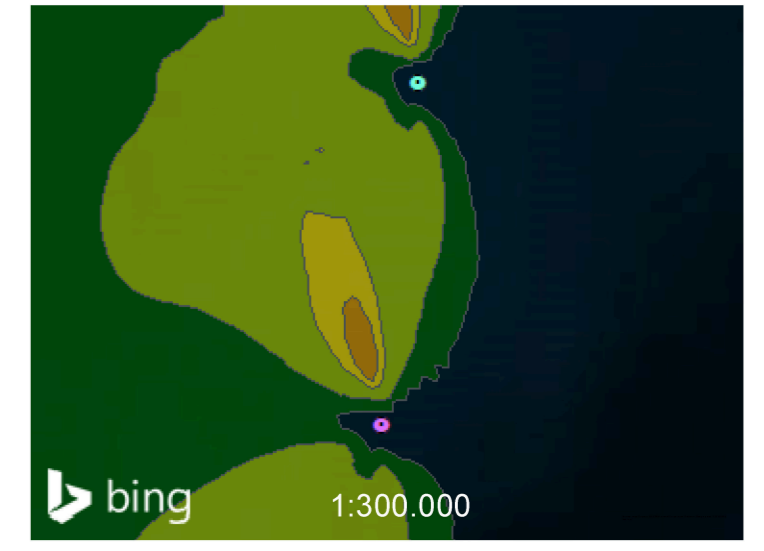
Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.
 Pathname:C:\TTC\1415000-00382_Mozambique_Coral_North_FLNG_Modelling\05 - GIS\WXD\Appendix D\15000-00382 - Mozambique Coral North Air - D-4 - 24-hr SO2.mxd



Máximo = 0.09 ug/m3
 Padrão Moçambique = 40 ug/m3

UTM WGS84 36N
 Source:
 Basemap licensed by ESRI - Bing Maps for ArcGIS Desktop Users
 Service Agreement See: http://www.esri.com/legal/copying/third_party_data.html



MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

CALPUFF GLC
 Gráficos de Contorno (Cenário 4 -
 Impacto cumulativo Coral Norte + Coral Sul)
 GLC SO₂ Anual

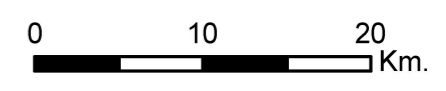
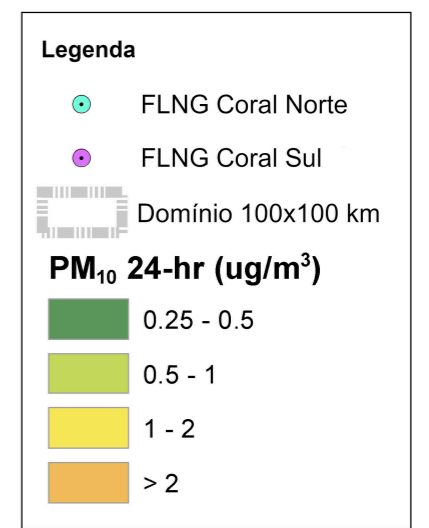
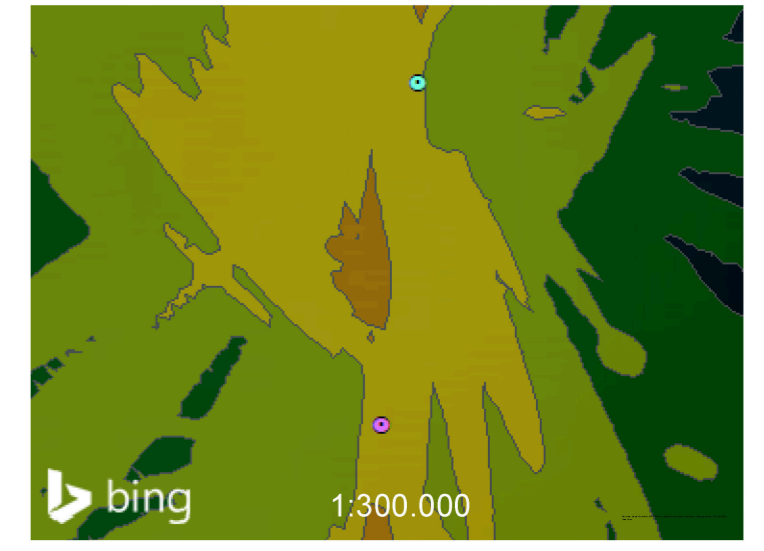
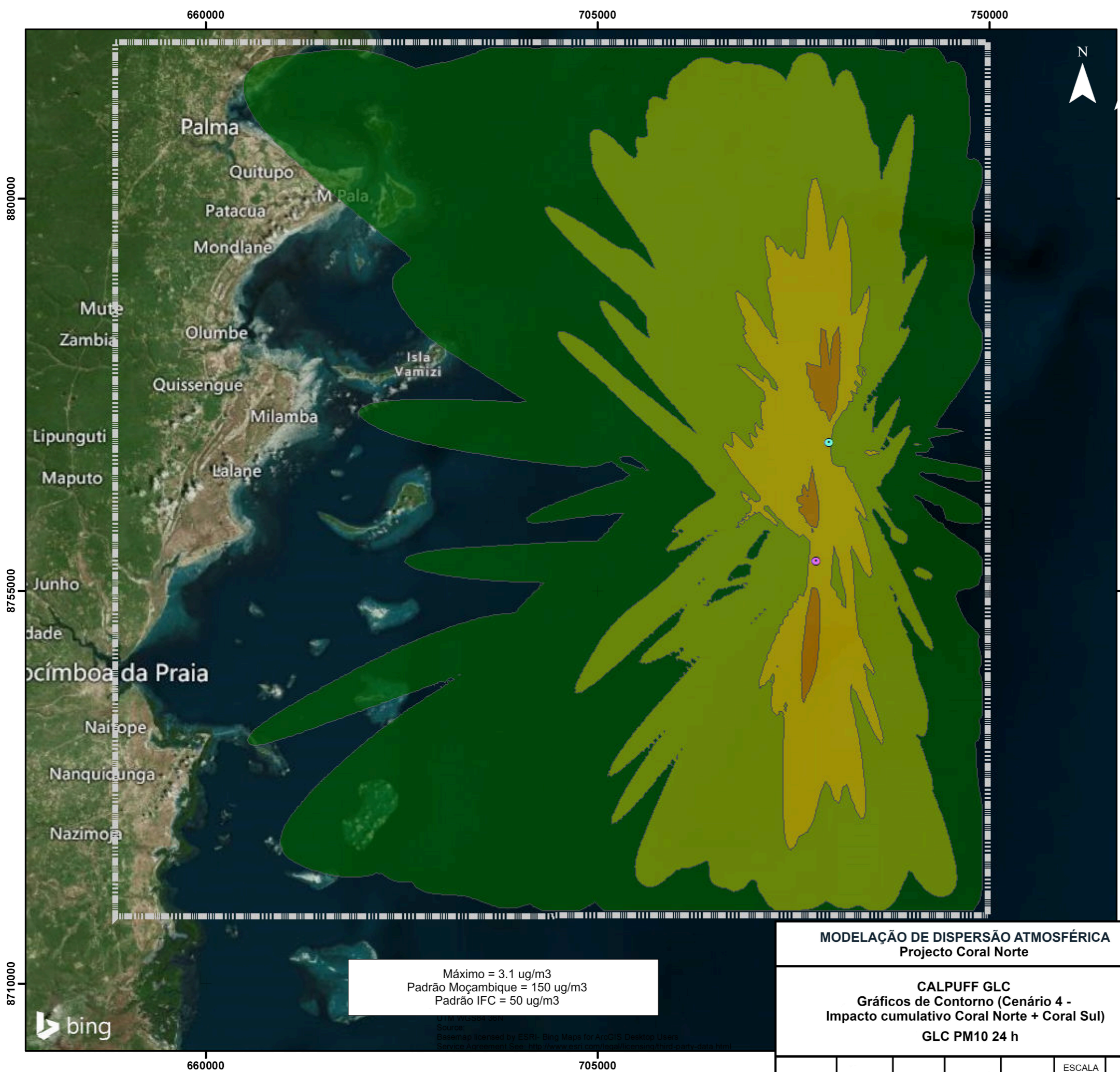


ESCALA
 1:450.000

FIGURA D.5

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.
 Pathname:C:\ITC\1415000-00382_Mozambique_Coral North FLNG_Modelling\05 - GIS\WXD\Appendix D\1415000-00382 - Mozambique Coral North Air_D-5_Annual SO2.mxd



Máximo = 3.1 ug/m³
 Padrão Moçambique = 150 ug/m³
 Padrão IFC = 50 ug/m³

MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
 Projecto Coral Norte

CALPUFF GLC
 Gráficos de Contorno (Cenário 4 -
 Impacto cumulativo Coral Norte + Coral Sul)
 GLC PM10 24 h

CONSULTEC
Corporative Atmospheric Ltd

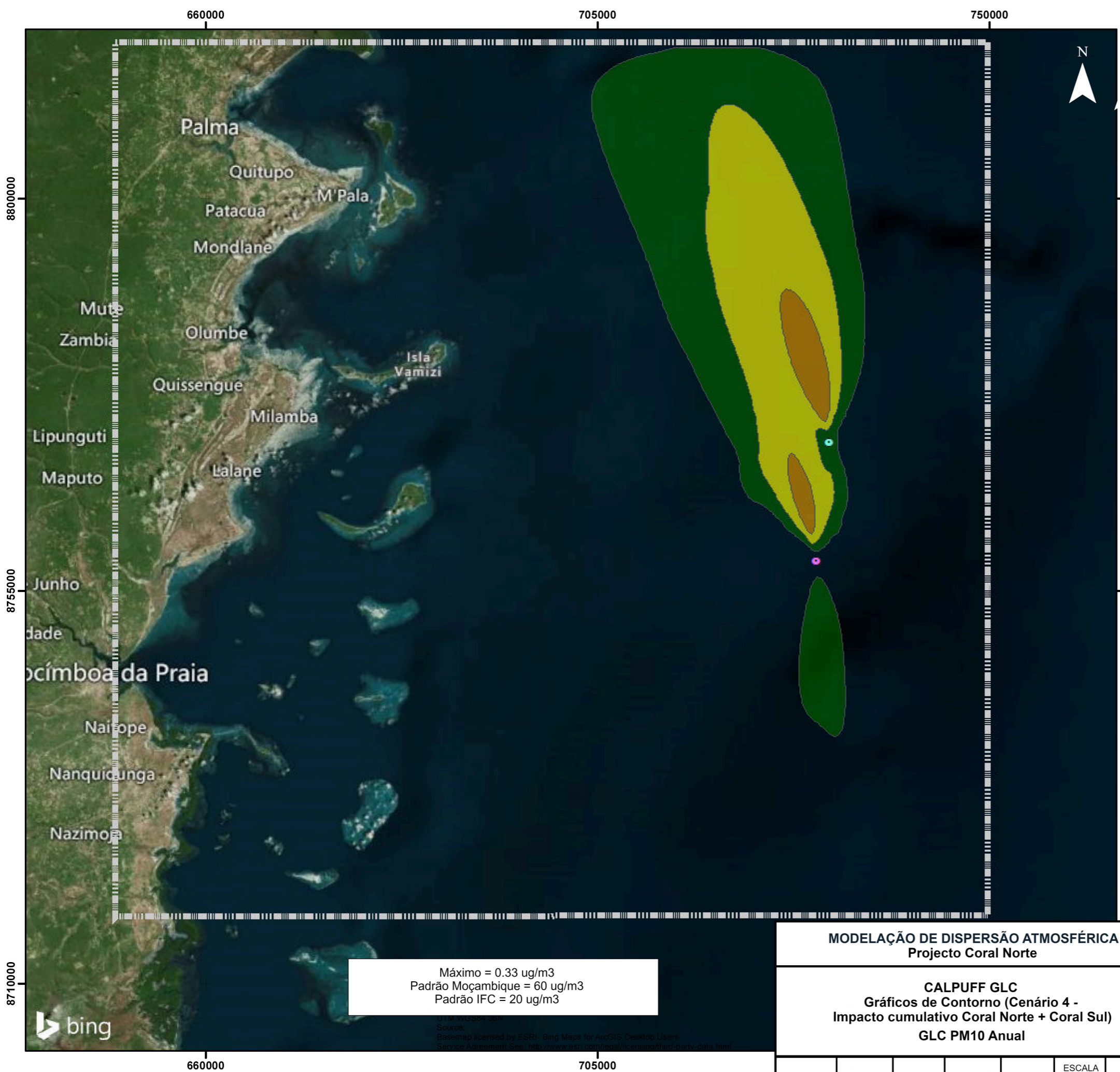
Worley Group

ESCALA
1:450.000

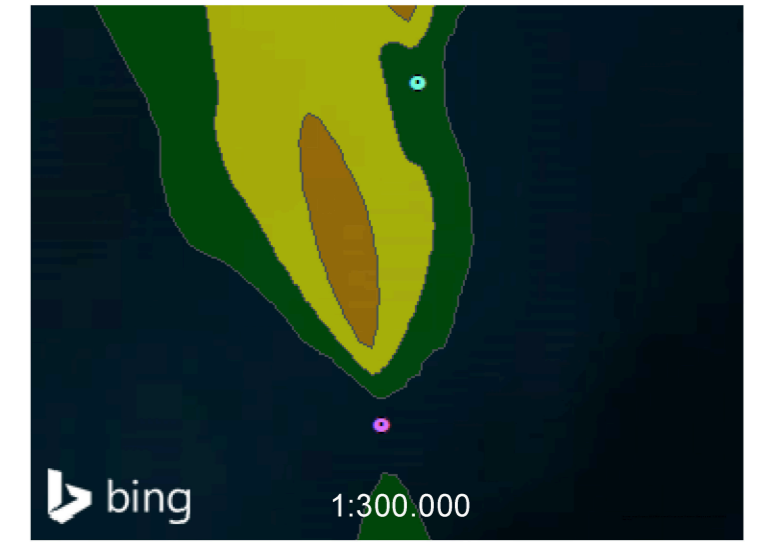
FIGURA D.6

Rev.0

P:\hname\GIS\MOXDIA\Appendix D\15000-00382 - Mozambique Coral North Air - D-6 - 24-hr PM10.mxd
 NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.



Máximo = 0.33 ug/m3
 Padrão Moçambique = 60 ug/m3
 Padrão IFC = 20 ug/m3

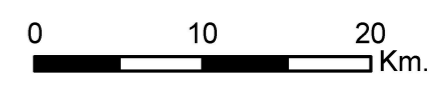


Legenda

- FLNG Coral Norte
- FLNG Coral Sul
- Domínio 100x100 km

PM₁₀ Anual (ug/m³)

- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- > 0.2



MODELAÇÃO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA
Projecto Coral Norte

CALPUFF GLC
 Gráficos de Contorno (Cenário 4 -
 Impacto cumulativo Coral Norte + Coral Sul)
 GLC PM10 Anual



ESCALA
1:450.000

FIGURA D.7

Rev.0

NOTE: THE PROPERTY OF THIS DRAWING AND DESIGN IS VESTED IN WORLEYPARSONS AND MUST NOT BE COPIED OR REPRODUCED IN ANY WAY WITHOUT THEIR WRITTEN CONSENT.

Anexo V – Biodiversidade: Listas de Espécies

Tabela AV.1: Espécies de aves marinhas potencialmente presentes na área de estudo e seus estatutos de conservação (Harrison et al., 2021; IUCN, 2023)

Família	Nome Científico	Nome comum	Estado de conservação conforme IUCN
Scolopacidae	<i>Actitis hypoleucos</i>	Maçarico-das-rochas	LC
Ciconiidae	<i>Anastomus lamelligerus</i>	Bico-aberto	LC
Laridae	<i>Anous stolidus</i>	Gaivina-sombria-grande	LC
Laridae	<i>Anous tenuirostris</i>	Gaivina-sombria-minor	LC
Procellariidae	<i>Ardenna carneipes</i>	Pardela-de-patas-carnudas	NT
Procellariidae	<i>Ardenna grisea</i>	Pardela-escura	NT
Procellariidae	<i>Ardenna pacifica</i>	Pardela-pacifica	LC
Ardeidae	<i>Ardeola idae</i>	Garça-do-lago	EN
Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Rola-do-mar	LC
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Carraceira	LC
Procellariidae	<i>Bulweria fallax</i>	Pardela-cinza	NT
Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Pilrito-sanderlingo	LC
Scolopacidae	<i>Calidris ferruginea</i>	Pilrito-de-bico-comprido	NT
Scolopacidae	<i>Calidris minuta</i>	Pilrito-pequeno	LC
Cuculidae	<i>Ceuthmochares australis</i>	Cucal verde	LC
Charadriidae	<i>Charadrius hiaticula</i>	Borrelho-grande-de-coleira	LC
Charadriidae	<i>Charadrius marginatus</i>	Borrelho-de-frente-branca	LC
Charadriidae	<i>Charadrius mongolus</i>	Borrelho-mongol	LC
Charadriidae	<i>Charadrius pallidus</i>	Borrelho-de-colar-arruivado	LC
Laridae	<i>Chlidonias hybrida</i>	Gaivina-de-faces-brancas	LC
Laridae	<i>Chlidonias leucopterus</i>	Gaivina-de-asa-branca	LC
Ciconiidae	<i>Ciconia microscelis</i>	Cegonha-de-pescoço-lanoso-africano	LC
Diomedidae	<i>Diomedea exulans</i>	Albatroz-migratório	VU
Dromadidae	<i>Dromas ardeola</i>	Tarambola-caranguejeira	LC
Ardeidae	<i>Egretta ardesiaca</i>	Garça-preta	LC
Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i>	Garça-branca-pequena	LC
Ardeidae	<i>Egretta gularis</i>	Garça-do-recife	LC
Falconidae	<i>Falco concolor</i>	Falcão-sombrio	VU
Fregatidae	<i>Fregata ariel</i>	Fragata-pequena	LC
Fregatidae	<i>Fregata menor</i>	Fragata-grande	LC
Oceanitidae	<i>Fregatta tropica</i>	Painho-de-ventre-preto	LC
Laridae	<i>Hydroprogne caspia</i>	Gaivina-de-bico-vermelho	LC
Laridae	<i>Larus cirrocephalus</i>	Gaivota-de-cabeça-cinzenta	LC
Laridae	<i>Larus fuscus</i>	Gaivota-de-asas-escura	LC
Laridae	<i>Larus hemprichii</i>	Gaivota	LC

Família	Nome Científico	Nome comum	Estado de conservação conforme IUCN
Scolopacidae	<i>Limosa lapponica</i>	Fuselo-de-cauda-azul	NT
Phalacrocoracidae	<i>Microcarbo africanus</i>	Corvo-marinho-africano	LC
Sulidae	<i>Morus capensis</i>	Alcatraz do Cabo	EN
Scolopacidae	<i>Numenius arquata</i>	Maçarico-real	NT
Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Maçarico-galego	LC
Oceanitidae	<i>Oceanites oceanicus</i>	Alma-de-mestre	LC
Laridae	<i>Onychoprion anaethetus</i>	Gaivina	LC
Laridae	<i>Onychoprion fuscatus</i>	Gaivina-de-dorso-preto	LC
Oceanitidae	<i>Pelagodroma marina</i>	Painho-de-cara-branca	LC
Pelecanidae	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	Pelicano-branco	LC
Pelecanidae	<i>Pelecanus rufescens</i>	Pelicano-cinzento	LC
Phaethontidae	<i>Phaethon lepturus</i>	Rabo-de-palha-de-cauda-branca	LC
Phaethontidae	<i>Phaethon rubricauda</i>	Rabo-de-palha-de-cauda-vermelha	LC
Diomedidae	<i>Phoebastria fusca</i>	Piau-preto	EN
Phoenicopteridae	<i>Phoeniconaias minor</i>	Flamingo pequeno	NT
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus roseus</i>	Flamingo-comum	LC
Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Tarambola-cinzenta	LC
Procellariidae	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Pardela-preta	VU
Procellariidae	<i>Procellaria cinerea</i>	Pardela-cinza	NT
Procellariidae	<i>Pseudobulweria rostrata</i>	Pardela-do-Taiti	NT
Procellariidae	<i>Pterodroma mollis</i>	Freira-de-plumas-macias	LC
Procellariidae	<i>Puffinus bailloni ssp. nicolae</i>	Pardela tropical	LC
Procellariidae	<i>Puffinus persicus</i>	Pintainho-persa	LC
Laridae	<i>Rynchops flavirostris</i>	Talha-mar-africana	LC
Spheniscidae	<i>Spheniscus demersus</i>	Pinguim do Cabo	EN
Laridae	<i>Sterna dougallii</i>	Gaivina-rósea	LC
Laridae	<i>Sterna hirundo</i>	Gaivina-comum	LC
Laridae	<i>Sterna sumatrana</i>	Gaivina de Sumatra	LC
Laridae	<i>Sternula albifrons</i>	Gaivina-pequena	LC
Laridae	<i>Sternula saundersi</i>	Chilreta-do-índico	LC
Sulidae	<i>Sula dactylatra</i>	Alcatraz-mascarada	LC
Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Alcatraz-pardo	LC
Sulidae	<i>Sula sula</i>	Alcatraz-de-patas-vermelhas	LC
Diomedidae	<i>Thalassarche carteri</i>	Albatroz-de-bico-amarelo-Indiano	EN
Diomedidae	<i>Thalassarche cauta</i>	Albatroz-de-barrete-branco	NT
Diomedidae	<i>Thalassarche melanophrys</i>	Albatroz-orelhudo	LC

Família	Nome Científico	Nome comum	Estado de conservação conforme IUCN
Diomedidae	<i>Thalassarche steadi</i>	Albatroz-arisco	NT
Laridae	<i>Thalasseus bengalensis</i>	Gaivina-de-bico-laranja	LC
Laridae	<i>Thalasseus bergii</i>	Gaivina de bico amarelo	LC
Threskiornithidae	<i>Threskiornis aethiopicus</i>	Ibis-sagrado	LC

Tabela AV.2: Espécies avaliadas para potencial de CHA, proporção da DMU em relação à EOO (ver secção de Avaliação de Habitat Críticos no Volume I) e seu estatuto de conservação (IUCN, 2023)

Nome científico	Grupo taxonómico (Classe)	Proporção DMU/EOO	IUCN
<i>Ablennes hians</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Abyssobrotula galathea</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Accipiter badius</i>	Aves	-	LC
<i>Accipiter melanoleucus</i>	Aves	-	LC
<i>Aetomylaeus bovinus</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	VU
<i>Alectis ciliaris</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Alepisaurus ferox</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Alloctytus verrucosus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Alopias superciliosus</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	VU
<i>Aluterus monoceros</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Aluterus scriptus</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Amphilius uranoscopus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Anhinga rufa</i>	Aves	-	LC
<i>Anoplogaster cornuta</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Antennarius striatus</i>	Actinopterygii	0,05%	LC
<i>Anthus trivialis</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Antigonia capros</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Antimora rostrata</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Aquila nipalensis</i>	Aves	> 0,01%	EN
<i>Aquila rapax</i>	Aves	> 0,01%	VU
<i>Arctozenus risso</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Argyropelecus aculeatus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Argyropelecus gigas</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Argyropelecus hemigymnus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Argyropelecus olfersii</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Argyropelecus sladeni</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Aristostomias lunifer</i>	Actinopterygii	0,01%	LC

Nome científico	Grupo taxonómico (Classe)	Proporção DMU/EOO	IUCN
<i>Asquamiceps caeruleus</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Astronesthes niger</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Auxis rochei</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Auxis thazard</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Avocettina acuticeps</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Avocettina infans</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Bajacalifornia calcarata</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Mammalia	0,01%	LC
<i>Balaenoptera borealis</i>	Mammalia	> 0,01%	EN
<i>Balaenoptera edeni</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Balaenoptera musculus</i>	Mammalia	> 0,01%	EN
<i>Barbourisia rufa</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Bathylaco nigricans</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Benthosema suborbitale</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Beryx splendens</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Bolinichthys photothorax</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Bonapartia pedaliota</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Brama brama</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Brama dussumieri</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Bregmaceros nectabanus</i>	Actinopterygii	0,04%	LC
<i>Brycinus imberi</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Canthidermis maculata</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Carcharhinus falciformis</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	NT
<i>Carcharhinus leucas</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	VU
<i>Carcharhinus limbatus</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	VU
<i>Carcharhinus longimanus</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	CR
<i>Carcharias taurus</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	NT
<i>Carcharodon carcharias</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	NT
<i>Caretta caretta</i>	Reptilia	> 0,01%	NT
<i>Caulophryne jordani</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Centrophorus uyato</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	EN
<i>Ceratias holboelli</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Ceratoscopelus townsendi</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Chaenophryne draco</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Chaenophryne longiceps</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Chaenophryne ramifera</i>	Actinopterygii	0,02%	LC

Nome científico	Grupo taxonómico (Classe)	Proporção DMU/EOO	IUCN
<i>Chascanopsetta lugubris</i>	Actinopterygii	0,05%	LC
<i>Chauliodus sloani</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Chaunax pictus</i>	Actinopterygii	0,05%	LC
<i>Cheilopogon nigricans</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Chelon melinopterus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Chelonia mydas</i>	Reptilia	> 0,01%	EN
<i>Chiasmodon niger</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Chiasmodon pluriradiatus</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Chilomycterus reticulatus</i>	Actinopterygii	0,04%	LC
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Chondrodactylus laevigatus</i>	Reptilia	> 0,01%	LC
<i>Ciconia ciconia</i>	Aves	-	LC
<i>Circus pygargus</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Clamator leuallantii</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Clanga pomarina</i>	Aves	-	LC
<i>Clarias gariepinus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Coptodon rendalli</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Coracias garrulus</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Coryphaena equiselis</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Coryphaena hippurus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Cryptopsaras couesii</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Cubiceps capensis</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Cyanomitra olivacea</i>	Aves	-	LC
<i>Cyclothone acclinidens</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Cyclothone alba</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Cyclothone braueri</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Cyclothone microdon</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Cyclothone pallida</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Cyclothone pseudopallida</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Cynoglossus zanzibarensis</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Dermochelys coriacea</i>	Reptilia	> 0,01%	NT
<i>Diaphus lucidus</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Diaphus luetkeni</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Diaphus metopoclampus</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Diplophos taenia</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC

Nome científico	Grupo taxonómico (Classe)	Proporção DMU/EOO	IUCN
<i>Diretmichthys parini</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Diretmoides pauciradiatus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Diretmus argenteus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Dysalotus alcocki</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Echeneis naucrates</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Elapsoidea boulengeri</i>	Reptilia	-	LC
<i>Electrona risso</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Enteromius paludinosus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Enteromius radiatus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Eremomela scotops</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Reptilia	> 0,01%	CR
<i>Eumecichthys fiski</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Euplectes hordeaceus</i>	Aves	-	LC
<i>Euprotomicrus bispinatus</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	LC
<i>Eurypharynx pelecanoides</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Eustomias cryptobulbus</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Eustomias furcifer</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Eustomias macronema</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Eustomias macrurus</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Eustomias schmidtii</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Eustomias simplex</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Eutaeniophorus festivus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Evermannella indica</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Falco amurensis</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Falco peregrinus</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Falco subbuteo</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Falco tinnunculus</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Feresa attenuata</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Fistularia petimba</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Flagellostomias boureei</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Fregetta tropica</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Gonostoma atlanticum</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Gonostoma elongatum</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Grampus griseus</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Hemidactylus mabouia</i>	Reptilia	-	LC
<i>Hieraaetus pennatus</i>	Aves	> 0,01%	LC

Nome científico	Grupo taxonómico (Classe)	Proporção DMU/EOO	IUCN
<i>Himantolophus groenlandicus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Hippolais olivetorum</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Hoplostethus melanopus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Hygophum reinhardtii</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Hymenocephalus italicus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Ilyophis brunneus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Istiophorus platypterus</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	EN
<i>Isurus paucus</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	EN
<i>Kali colubrina</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Kali indica</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Kali kerberti</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Katsuwonus pelamis</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Kogia breviceps</i>	Mammalia	> 0,01%	VU
<i>Kogia sima</i>	Mammalia	> 0,01%	VU
<i>Kyphosus bigibbus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Labeo cylindricus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Lagenodelphis hosei</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Lagocephalus lagocephalus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Lampadena luminosa</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Lampanyctus alatus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Lamprogrammus brunswigi</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Lamprogrammus niger</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Larus cirrocephalus</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Reptilia	> 0,01%	NT
<i>Lepus victoriae</i>	Mammalia	-	LC
<i>Lestidiops jayakari</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Lestidium atlanticum</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Lestrolepis intermedia</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Limaformosa capensis</i>	Reptilia	> 0,01%	LC
<i>Linophryne densiramus</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Lobianchia gemellarii</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Locustella fluviatilis</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Loweina rara</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Malacocephalus laevis</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Masturus lanceolatus</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Megachasma pelagios</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	LC

Nome científico	Grupo taxonómico (Classe)	Proporção DMU/EOO	IUCN
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Melanocetus johnsonii</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Melanocetus murrayi</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Melanolagus bericoides</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Melanonus zugmayeri</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Melanostomias bartonbeani</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Melanostomias paucilaternatus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Melanostomias valdiviae</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Meroles squamulosus</i>	Reptilia	> 0,01%	LC
<i>Mesoplodon densirostris</i>	Mammalia	> 0,01%	VU
<i>Micralestes acutidens</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Microlophichthys microlophus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Mobula birostris</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	NT
<i>Mobula mobular</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	EN
<i>Mobula tarapacana</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	EN
<i>Mobula thurstoni</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	EN
<i>Mola mola</i>	Actinopterygii	> 0,01%	VU
<i>Morus capensis</i>	Aves	0,38 %	EN
<i>Mugil cephalus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Myctophum asperum</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Myctophum nitidulum</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Myctophum spinosum</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Myliobatis aquila</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	DD
<i>Nannobranchium atrum</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Nannobranchium lineatum</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Natriciteres olivacea</i>	Reptilia	> 0,01%	LC
<i>Naucrates ductor</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Nemichthys curvirostris</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Nemichthys scolopaceus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Neoceratias spinifer</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Neonesthes capensis</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Neoscopelus microchir</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Notolychnus valdiviae</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Oceanites oceanicus</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Odontomacurus murrayi</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Odontostomops normalops</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Oneirodes eschrichtii</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC

Nome científico	Grupo taxonómico (Classe)	Proporção DMU/EOO	IUCN
<i>Onychoprion fuscatus</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Ophisurus serpens</i>	Actinopterygii	0,12%	LC
<i>Opisthoproctus soleatus</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Pachydactylus punctatus</i>	Reptilia	-	LC
<i>Peponocephala electra</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Photonectes braueri</i>	Actinopterygii	0,05%	LC
<i>Photonectes margarita</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Photonectes mirabilis</i>	Actinopterygii	0,05%	LC
<i>Phtheichthys lineatus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Physeter macrocephalus</i>	Mammalia	> 0,01%	NT
<i>Planiliza macrolepis</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Platybelone argalus</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Porogadus miles</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Pristis pristis</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	CR
<i>Promethichthys prometheus</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Psammophis angolensis</i>	Reptilia	-	LC
<i>Psammophis mossambicus</i>	Reptilia	-	LC
<i>Psenes arafurensis</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Psenes cyanophrys</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Psenes pellucidus</i>	Actinopterygii	-	LC
<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	Chondrichthyes	0,01%	LC
<i>Pseudocrenilabrus philander</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Pseudoscopelus altipinnis</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Python natalensis</i>	Reptilia	-	LC
<i>Rachycentron canadum</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Ranzania laevis</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Regalecus glesne</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Remora australis</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Remora brachyptera</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Remora osteochir</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Remora remora</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Rhincodon typus</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	EN
<i>Rhizoprionodon acutus</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	LC
<i>Rondeletia loricata</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Rouleina attrita</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Ruvettus pretiosus</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Saurenhelys stylura</i>	Actinopterygii	0,03%	LC

Nome científico	Grupo taxonómico (Classe)	Proporção DMU/EOO	IUCN
<i>Schilbe intermedius</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Scopelarchus analis</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Scopelarchus guentheri</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Scopelengys tristis</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Scopeloberyx opisthopterus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Scopelogadus mizolepis</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Scorpaena scrofa</i>	Actinopterygii	0,20%	LC
<i>Selar crumenophthalmus</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Seriola dumerili</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Serrivomer beanii</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Setarches guentheri</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Sphoeroides pachygaster</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Sphyrna lewini</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	CR
<i>Sphyrna mokarran</i>	Chondrichthyes	> 0,01%	CR
<i>Stenella attenuata</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Stenella longirostris</i>	Mammalia	> 0,01%	DD
<i>Steno bredanensis</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Sterna hirundo</i>	Aves	0,01%	LC
<i>Sterna paradisaea</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Sterna dougallii</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Sternoptyx diaphana</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Sternoptyx pseudobscura</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Stigmochelys pardalis</i>	Reptilia	> 0,01%	LC
<i>Stomias affinis</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Stomias boa</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Stomias danae</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Stylephorus chordatus</i>	Actinopterygii	0,02%	LC
<i>Sudis atrox</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Synagrops japonicus</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Synoicus adansonii</i>	Aves	-	LC
<i>Taaningichthys bathyphilus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Talismania antillarum</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Telacanthura ussheri</i>	Aves	-	LC
<i>Telescopus semiannulatus</i>	Reptilia	-	LC
<i>Thalasseus bengalensis</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Thalasseus bergii</i>	Aves	0,01%	LC

Nome científico	Grupo taxonómico (Classe)	Proporção DMU/EOO	IUCN
<i>Thunnus alalunga</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Thunnus albacares</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Thunnus obesus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	NT
<i>Threskiornis aethiopicus</i>	Aves	> 0,01%	LC
<i>Trachylepis maculilabris</i>	Reptilia	-	LC
<i>Trachylepis striata</i>	Reptilia	-	LC
<i>Trichiurus lepturus</i>	Actinopterygii	0,03%	LC
<i>Trigonolampa miriceps</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Turdoides jardineii</i>	Aves	-	LC
<i>Tursiops truncatus</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Umbrina canariensis</i>	Actinopterygii	0,35%	LC
<i>Uraspis secunda</i>	Actinopterygii	0,10%	LC
<i>Valenciennellus tripunctulatus</i>	Actinopterygii	> 0,01%	LC
<i>Venefica proboscidea</i>	Actinopterygii	0,04%	LC
<i>Vinciguerria attenuata</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Vinciguerria nimbaria</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Xenodermichthys copei</i>	Actinopterygii	0,01%	LC
<i>Zenopsis conchifer</i>	Actinopterygii	0,09%	LC
<i>Zeus capensis</i>	Actinopterygii	0,32%	LC
<i>Ziphius cavirostris</i>	Mammalia	> 0,01%	LC
<i>Zu cristatus</i>	Actinopterygii	0,01%	LC

Anexo VI – Modelação do Ruído Subaquático

AVI.1. Descrição das Unidades de Avaliação e do Ruído Subaquático

AVI.1.1. Introdução

Estudos realizados por Thomsen *et al.*¹⁷ e Southall *et al.*¹⁸, entre outros, fornecem análises detalhadas das métricas utilizadas para medir e avaliar o impacto do ruído subaquático no ambiente marinho. Uma discussão detalhada não foi, portanto, fornecida aqui, embora seja dada uma breve visão geral para ajudar o leitor. De notar que algumas destas definições e parâmetros se baseiam nos conselhos dados no American National Standards Institute (ANSI) S12.7-1986¹⁹.

O som pode ser definido como a perturbação periódica da pressão a partir de algum valor de equilíbrio. A unidade de pressão é dada em pascal (Pa) ou Newton por metro quadrado (N/m²). Contudo, as medições cobrem uma vasta gama de valores de pressão, normalmente, de 1×10^{-3} Pa para o valor limite de audição de um mergulhador humano a 1 kHz a 1×10^7 Pa para o som gerado por um raio atingindo a superfície do mar. Assim, por conveniência, os níveis sonoros são expressos em decibéis (dB) em relação a uma pressão de referência fixa, normalmente 1 μ Pa, para medições realizadas debaixo de água. O decibel é, portanto, uma forma logarítmica de descrever uma relação de som relativa a um valor de referência especificado. Mais explicações sobre este conceito, muitas vezes incompreendido, são fornecidas por Chapman e Ellis no seu pequeno, mas seminal artigo "*The Elusive Decibel*"²⁰.

AVI.1.2. Nível Sonoro de Pico

Para impulsos de pressão transitórios, como uma explosão ou um único golpe de um martelo de estacas, o nível sonoro de pico é o valor absoluto máximo da pressão sonora instantânea registada num determinado intervalo de tempo. Daí:

$$\text{Nível de Pico (zero a pico): } 20 \times \log_{10} (|P_{\text{pico}}| / P_{\text{ref}}) \quad \text{Equação AVI.1}$$

Em que P_{pico} é a pressão acústica positiva ou negativa máxima de zero a pico em pascal e P_{ref} é a pressão de referência de 1 micropascal (μ Pa).

Quando o impulso tem aproximadamente partes positivas e negativas iguais à forma de onda (ver, por exemplo, a Figura AVI.1), o nível de pico a pico é frequentemente citado e isto é igual a duas vezes o nível de pico ou 6 dB mais alto.

¹⁷ Thomsen F., Luedemann K., Kafemann R. and Piper W., (2006). "Effects of wind farm noise on marine mammals and fish". Biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd. (Coll. Offshore Wind Res. Environ.) Ltd.

¹⁸ Southall, B.L., A. E. Bowles, W. T. Ellison, J. J. Finneran, R. L. Gentry, C. R. Greene Jr., D. Kastak, D. R. Ketten, J. H. Miller, P. E. Nachtigall, W. J. Richardson, J. A. Thomas, P. L. Tyack, "Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations." *Aquatic Mammals* 2007, 33, 411–521.

¹⁹ ANSI S12.7-1986, "Methods for measurement of impulse noise", Issued by the American National Standards Institute, 20 February 1986.

²⁰ Chapman D. M. F., and D. D. Ellis, *The Elusive Decibel: Thoughts on Sonars and Marine Mammals*, Technical Note, Canadian Acoustics 26(2) 29-31 (1998).

Accessed at http://misclab.umeoce.maine.edu/boss/classes/SMS_598_2005/PDFs/AnnexD%5B1%5D.pdf

AVI.1.3. Nível de Pressão Sonora RMS

O Nível de Pressão Sonora (SPL – *sound pressure level*) de média quadrática (RMS ou rms) é usado para quantificar o ruído de natureza contínua. As fontes de ruído subaquáticas deste tipo incluem o transporte, as transmissões de sonar, as operações de perfuração ou corte e o ruído de fundo do mar. O SPL RMS é o nível médio de pressão quadrada medido ao longo de um determinado intervalo de tempo (t) (ilustrado na Figura AVI.1), e, portanto, representa uma medida do nível médio de pressão sonora ao longo desse tempo. É expresso como:

$$\text{Nível de pressão Sonora (SPL) RMS} = 20 \times \log_{10} (P_{\text{RMS}}/P_{\text{ref}}) \quad \text{Equação AVI.2}$$

Quando os SPL RMS são usados para quantificar o ruído transitório resultante de um impacto de bate estacas, o período durante o qual as medições são calculadas em média tem de ser citado, uma vez que o valor RMS varia com o período de tempo da média. Quando o ruído é contínuo, como nos exemplos acima, o período durante o qual as medições são feitas não é relevante, uma vez que a medição dará o mesmo resultado independentemente do período durante o qual as medições são calculadas em média.

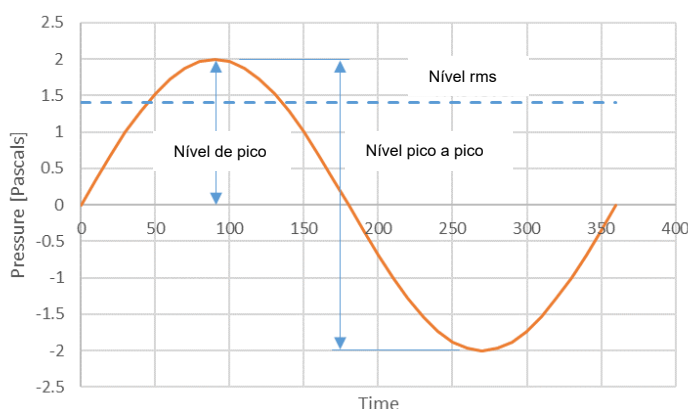


Figura AVI.1: Comparação de três métricas usadas para caracterizar o volume de uma onda sonora sinusoidal

Os SPL de pico podem ser convertidos para SPL RMS equivalente, após ponderação da natureza do sinal. Para um sinal sinusoidal, a relação entre o sinal de nível de pico e o equivalente RMS é dada pelo nível de pico – 3 dB. Para sinais que não têm partes da forma de onda positivas e negativas iguais, como as do impacto do bate-estacas ou canhões sísmicos, esta conversão não é válida. Além disso, durante a propagação, o sinal de saída da fonte estende-se no tempo (ver por exemplo, Urlick²¹), tal é atribuído ao som que viaja ao longo de vários caminhos, cada um chegando a um determinado local num momento ligeiramente diferente. Como resultado, a diferença entre o nível de pico e o RMS varia de acordo com a distância. Rigorosamente, um factor de conversão a qualquer distância do local de bate-estacas só pode ser determinado após a análise das formas de onda de pressão-tempo registadas durante a actividade de bate-estacas. Sem acesso a esses dados, é necessário obter uma melhor estimativa a partir dos dados disponíveis. Vários estudos

²¹Urlick, Robert J. (1983), Principles of Underwater Sound, 3rd Edition. New York. McGraw-Hill.

^{22,23,24} sugerem uma gama de valores entre 2 dB e 20 dB. Quanto menor o factor de conversão, maior a superestimação do SPL RMS para qualquer dado sinal não sinusoidal. Para efeitos da análise posterior aqui discutida e considerando que todos os tipos de ruído são não impulsivos, recomenda-se que, com base no intervalo de valores acima, seja usado um valor de distância invariável de 3 dB para converter todas as métricas de nível de pico em métricas RMS.

AVI.1.4. Nível de Exposição Sonora

Os problemas associados ao período durante o qual os níveis de pressão sonora são médios, como destacado acima, podem ser ultrapassados ao descrever uma onda de pressão transiente em termos do seu Nível de Exposição Sonora (SEL – *sound exposure level*). O SEL é a parte do tempo da pressão quadrada ao longo de uma janela de tempo suficiente para incluir todo o histórico de pressão-tempo. Greene²³ dá uma definição prática da duração da janela de tempo com base no intervalo sobre o qual 90% da energia sonora chega ao local do receptor. Esta parece agora ser uma abordagem amplamente aceite^{18,22}. O SEL é, portanto, a soma da energia acústica durante um período de medição e tem efectivamente em conta tanto o nível do som, como a duração durante a qual o som está presente no ambiente acústico. A exposição ao som (SE – *sound exposure*) é definida pela equação:

$$SE = \int_0^T P^2(t) dt \quad \text{Equação AVI.3}$$

em que T é a duração total do som em segundos e t é o tempo. A SE é uma medida da energia acústica e, portanto, tem unidades de pascal ao quadrado por segundo (Pa².sec).

Para expressar a Exposição Sonora como decibéis logarítmicos, é comparada com um nível de energia acústica de referência de 1 µPa².sec. O SEL é então definido por:

$$SEL = 10 \log_{10} \int_0^T \frac{p^2(t) dt}{p_{ref}^2} \quad \text{Equação AVI.4}$$

Quando o período é inferior a 1 segundo, o SPL é superior ao SEL. Quando o período é de 1 segundo, SPL é igual a SEL. Para sinais de duração superior a 1 segundo, o SEL será superior ao SPL onde:

$$SEL = SPL_{90\%} + 10 \times \log_{10}(T) \quad \text{Equação AVI.5}$$

²² Madsen P.T., (2005), "Marine mammals and noise: Problems with root mean square sound pressure levels for transients", J. Acoust. Soc. Am. 117(6), 3952.

²³ Greene Jnr C.R., "Physical acoustics measurements". In: W.J. Richardson (ed.) Northstar Marine Mammal Monitoring Program 1996: Marine Mammal and Acoustical Monitoring of a Seismic Program in the Alaskan Beaufort Sea. LGL Rep 2121-2, LGL Ltd, Canada and Greeneridge Sciences Inc. USA for BP (Alaska) Inc. and Nat. Mar. Fish Serv. Alaska. 245 pp.

²⁴ McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J. and McCabe, K. (2000). Marine seismic surveys – a study of environmental implications. APPEA Journal 2000:692-708.

AVI.1.5. Nível de Exposição Sonora Cumulativo

Quando ocorrem múltiplos eventos de ruído, o SEL total ou cumulativo pode ser calculado somando o SEL de eventos individuais. Os próprios acontecimentos podem ser separados no tempo ou no espaço ou em ambos. Por exemplo, os eventos podem ser consecutivos no tempo a partir das emissões de um conjunto de armas sísmicas num determinado local ou concorrentes de duas operações de perfuração que ocorrem em estreita proximidade física ao mesmo tempo.

Para múltiplos eventos, o SEL cumulativo é calculado somando o SEL (em unidades lineares) de eventos individuais N assim:

$$SEL_{cum} = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{SEL}{10}} \quad \text{Equação AVI.6}$$

AVI.1.6. Nível da Fonte

O nível da fonte (NF) é a força aparente de uma fonte de ruído a uma distância de referência, geralmente 1 m, da fonte. Por exemplo, uma fonte de ruído pode ser citada como tendo, por exemplo, uma fonte SPL de 180 dB re 1µPa a 1 m. Na prática, os parâmetros da fonte raramente são medidos a um intervalo tão próximo e o nível da fonte é inferido retropropagando o ruído de várias medições de campo distante. A retropropagação desta forma é mais eficaz quando a fonte de ruído é compacta, ou seja, onde as dimensões da fonte de ruído são pequenas em comparação com o comprimento de onda do ruído emitido. Para este cenário, a fonte de ruído é descrita como uma fonte pontual. O processo cai para o lado oposto em que a fonte sonora é dimensionalmente grande em comparação com o comprimento de onda. Por exemplo, o ruído da embarcação não pode ser aproximado como uma fonte pontual, portanto o nível da fonte assim obtido só pode ser considerado como um nível de fonte nocional. Assim, nestas circunstâncias, a retropropagação pode levar a uma sobre-estimativa do nível da fonte.

AVI.1.7. Perda de Propagação e Perda de Transmissão

A perda de propagação (PP) representa a perda de intensidade ou pressão da força do campo acústico à medida que o ruído se propaga da fonte para um receptor. Em termos gerais, a perda de propagação é dada por:

$$PP = N \log(r) + \alpha r \quad \text{Equação AVI.7}$$

em que r é a distância em metros da fonte para o receptor, N é um factor que representa a atenuação devido à dispersão geométrica e α (em dB.km⁻¹) é um factor para a absorção do som na água.

De notar que os termos perda de propagação e perda de transmissão (PT) foram anteriormente declarados sinónimos²⁵ e são frequentemente usados como tal. No entanto, a norma ISO sobre

²⁵ Ainslie M. A., "Transmission loss" and "propagation loss" in undersea acoustics", Journal of the Acoustical Society of America 118, 603 (2005).

terminologia acústica subaquática²⁶ define a perda de transmissão como sendo a diferença no nível de pressão sonora em dois locais diferentes:

$$PT(r_2, r_1) = SPL(r_2) - SPL(r_1) \quad \text{Equação AVI.8}$$

onde r_2 e r_1 são as distâncias de um local de origem e que r_2 é maior que r_1 de modo que a PT resultante é geralmente um número positivo.

AVI.1.8. Nível Recebido

O Nível Recebido (NR) é a força do campo acústico a uma determinada profundidade e intervalo em relação à fonte. A um intervalo r de uma fonte, isto é dado por:

$$NR = NF - PP \quad \text{Equação AVI.9}$$

Partindo da equação AVI.7, isto pode ser escrito na forma:

$$NR = NF - N \log(r) - \alpha r \quad \text{Equação AVI.10}$$

Como o nível recebido varia de acordo com o intervalo, é importante indicar o intervalo no qual a medição foi feita ou a estimativa.

AVI.2. Caracterização da Fonte Sonora

AVI.2.1. Introdução

O desenvolvimento de um campo de gás em alto mar é uma tarefa complexa que envolve uma série de actividades de construção separadas, incluindo a perfuração dos poços de produção e a instalação de infra-estruturas submarinas, e será realizado um sem número de movimentos de embarcações, envolvendo uma série de tipos de embarcações, desde navios graneleiros a rebocadores, de forma a fornecer apoio logístico. Uma vez concluído, o campo é comissionado e a FLNG fica, por fim, operacional.

As actividades do projecto irão replicar as realizadas anteriormente no projecto Coral Sul, portanto são bem conhecidas. O tipo, a função e o número de embarcações necessários estão assim identificados, mesmo que ainda não se conheça as embarcações específicas planeadas para implantação em Coral Norte. Em geral, muito poucas embarcações já foram caracterizadas em termos das suas emissões de ruído, ou seja, medição e publicação dos níveis de ruído emitidos por uma embarcação durante uma qualquer actividade específica. Como resultado, não é possível atribuir dados inequívocos de caracterização acústica como níveis de som da fonte e espectros de frequência de cada tarefa a realizar no projecto Coral Norte. Para resolver esta lacuna, foi realizada uma revisão da literatura internacional publicada. Partindo desse ponto, cada tarefa foi discutida em termos das características acústicas do ruído que provavelmente possa emitir. Foram estabelecidos níveis sonoros representativos para cada operação e estes são discutidos abaixo.

²⁶ ISO 18405:2017 Underwater Acoustics – Terminology (International Organization for Standardization, Geneva, 2017).

AVI.2.2. Movimentos das Embarcações

AVI.2.2.1. Introdução

O ruído proveniente das embarcações é um dos principais contribuintes para o ruído global numa determinada área marítima devido, principalmente, ao grande número de navios presentes, à sua ampla distribuição e à sua mobilidade. O ruído da embarcação é uma combinação de som de banda larga sobreposto com ruído tonal a frequências específicas correspondentes à taxa da pá de hélice, ao disparo do cilindro do motor e à rotação da cambota. Southall et al.¹⁸ classifica o ruído de embarcações como não impulsivo por natureza.

Estão planeados vários tipos de embarcações para implantação na Área do Projecto Coral Norte. Estes incluem:

- Embarcações de Abastecimento à Plataforma (PSV) – destinam-se a apoio logístico e transporte de mercadorias, ferramentas, equipamentos e pessoal de e para o seu destino. As embarcações têm, normalmente, entre 50 a 100 metros de comprimento;
- Embarcação de instalação – são frequentemente embarcações concebidas para elevar a infra-estrutura pesada no seu lugar. Os guindastes podem ter capacidades de elevação entre 800 a mais de 3 000 toneladas. Normalmente, esta classe de embarcações tem 60-150 m de comprimento, 40-50 m de largura, 6–12 m de profundidade e 1 600-30 000 toneladas de porte bruto (DWT)²⁷;
- Embarcação multifunções (MPV) – projectadas para transportar cargas. Assume-se que serão retirados da embarcação grandes componentes de infra-estrutura quando esta estiver em posição na área do Projecto. Os navios podem ter até 200 m de comprimento e 30 m de largura com uma capacidade de 23 000 DWT;
- Flotel – trata-se de uma embarcação semi-submersível de apoio à construção e alojamento. Como exemplo típico, o *Flotel Triumph*²⁸ tem um comprimento total de 200 m e uma largura de 78m. É rebocado para o local usando uma série de rebocadores;
- Navios Rebocadores de Apoio e Manuseio de Âncoras (AHTS) – trata-se de um navio que manobra outras embarcações empurrando-as ou puxando-as, por contacto directo ou uma linha de reboque. Tendem a ser mais pequenos do que outros navios, mas com motores potentes. Um exemplo representativo é o *Lewek Leopard*²⁹ com 59 m de comprimento, 15 m de largura e 1 218 ton DWT.

A repartição dos números de embarcações presentes durante cada fase da actividade do projecto é feita da seguinte forma:

- Durante as operações de perfuração em Coral Norte, haverá 1 x navio de perfuração e 3 x PSV;
- Durante a instalação, estão previstos 2 x embarcações de instalação, 3 x PSV e 1 x MPV;
- Na fase operacional, haverá 1 x FLNG, 1 x Flotel [temporário], 3 x PSV e 6 x AHTS.

²⁷ <https://www.deme-group.com/technology>

²⁸ <https://floatel.no/fleet/floatel-triumph>

²⁹ <https://directory.marinelink.com/ships/ship/lewek-leopard-10080>

AVI.2.2.2. Níveis de Fonte Acústica e Espectro de Frequência

Apenas está disponível um conjunto limitado de dados acústicos sobre o ruído emitido por embarcações^{30,31,32,33,34}, nenhum dos quais provavelmente incluirá as embarcações planeadas para o projecto Coral Norte. Presume-se que o ruído da embarcação seja proporcional à sua potência e tamanho total³⁵. Assim, é necessário usar dados de caracterização acústica de outras embarcações de tamanho semelhante (quando possível) como dados aproximados.

Wales & Heitmeyer³⁶ propuseram um modelo de espectro de fonte para o ruído irradiado por navios mercantes, baseado no modelo *Research Ambient Noise Directionality* (RANDI) 3.1³⁷. Como parte do projecto Programa de Monitorização Conjunta do Ruído Ambiente para o Mar do Norte (*Joint Monitoring Program for Ambient Noise in the North Sea - JOMOPANS*), o RANDI 3,1 foi validado usando dados acústicos de um hidrofone localizado no Estreito de Haro, Colúmbia Britânica, no Canadá, juntamente com transmissões de Sistema de Informação Automatizado (SIA) de navios que passam³⁸. Foi necessária uma análise posterior para determinar os níveis de fontes das embarcações e o conteúdo de frequência. O modelo que se seguiu, com base no tipo de embarcação, comprimento aproximado, largura e profundidade, e uma velocidade de trânsito representativa, foi utilizado para obter dados representativos do nível de fonte acústica para várias classes de embarcações propostas para uso no Projecto Coral Norte e são apresentados na Tabela AVI.1.

Tabela AVI.1: Níveis de fonte acústica representativos para várias classes de embarcações propostas para implantação no projecto Coral Norte

Classe de embarcação	Dimensão Comprimento x largura x profundidade	SPL _{Pico}
AHTS	60 x 15 x 5	166.2 dB re 1 µPa @ 1 m
Instalação	150 x 50 x 10	181.3 dB re 1 µPa @ 1 m
MPV	200 x 30 x 12	183.8 dB re 1 µPa @ 1 m
PSV	100 x 30 x 8	177.8 dB re 1 µPa @ 1 m

³⁰ Richardson, W. J., Green Jr, C. R., Malme, C. I., Thomson, D. H., (1995), *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, New York.

³¹ Hannay, D.E. 2004. Noise. In *Comparative Environmental Analysis (CEA)*, Chapter 4. Sakhalin Energy Investment Corporation. Disponível em: http://www.sakhalinenergy.com/documents/doc_33_cea_chp4.pdf

³² Kiggavik Tug and Barge Noise Modelling, JASCO Applied Sciences, June 2011.

³³ A. Torbjörn Johansson and Mathias H. Andersson, "Ambient Underwater Noise Levels at Norra Midsjöbanken during Construction of the Nord Stream Pipeline", Report for Nord Stream AG and Naturvårdsverket, 2012.

³⁴ Götz T., G. Hastie, L. T. Hatch, O. Raustein, B. L. Southall, M. Tasker, F. Thomsen, "Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment", OSPAR Commission, 2009. Acesso a partir de: https://qsr2010.ospar.org/media/assessments/p00441_Noise_background_document.pdf

³⁵ Li, Z., MacGillivray, A., and Wladichuk, J. (2011). *Underwater Acoustic Modelling of Tug and Barge Noise for Estimating Effects on Marine Animals*. Version 1.0. Technical report prepared for AREVA Resources Canada by JASCO Applied Sciences.

³⁶ Wales, S. C.; Heitmeyer, R.M. An ensemble source spectra model for merchant ship-radiated noise. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2002, 111, 1211–1231.

³⁷ Breeding, J. & Pflug, Lisa & Bradley, Marshall & Hebert, Melanie & Wooten, Michael. (1994). RANDI 3.1 User's Guide. 86.

³⁸ MacGillivray, A.; de Jong, C. A., Reference Spectrum Model for Estimating Source Levels of Marine Shipping Based on Automated Identification System Data. *J. Mar. Sci. Eng.* 2021, 9, 369. <https://doi.org/10.3390/jmse9040369>

A forma do espectro de frequências ao longo da largura de banda do ruído emitido por cada classe de embarcação é fundamental para determinar o significado de quaisquer impactos acústicos que se lhe seguiram. Os espectros de frequência são apresentados na Figura AVI.2.

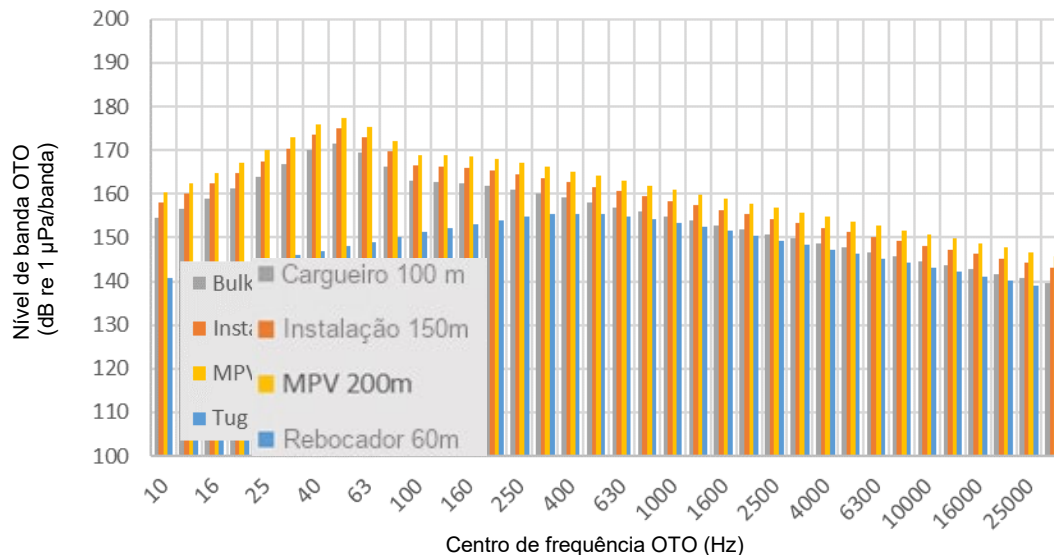


Figura AVI.2: Espectro do nível de banda de um terço de oitava (OTO) para as embarcações propostas a ser utilizadas no projecto Coral Norte

Não há dados disponíveis sobre a direccionalidade do ruído da embarcação. Presume-se, portanto, que o som irradia igualmente em todas as direcções.

AVI.2.3. Perfuração

AVI.2.3.1. Introdução

Durante a perfuração, o ruído de perfuração é gerado principalmente através da acção da broca nas rochas circundantes. O nível de ruído criado depende, portanto, não só do tamanho da broca, mas também do grau a que a rocha marinha está consolidada; uma argila macia produzirá níveis de som mais baixos em comparação com o gerado por uma camada de granito.

Especificamente em relação às condições do fundo do mar no local do projecto Coral Norte, os engenheiros de perfuração da Eni³⁹ observam que os primeiros 700 m abaixo do fundo do mar, e especialmente os 100 m mais acima, compreendem uma formação de xisto solto que lentamente ganha densidade com uma profundidade crescente. Abaixo de cerca de 700 m, pode ser encontrada uma maior densidade de formação rochosa, no entanto, devido à distância significativa do fundo do mar, é improvável que o ruído seja registado no fundo do mar.

É provável que o ruído gerado na cabeça da broca seja transmitido para a água através de dois mecanismos. O primeiro é onde o ruído é transmitido a partir da interface broca de perfuração-sedimento e para as camadas circundantes do fundo do mar antes de ser refractado de volta para

³⁹ Engenheiros de perfuração da Eni. *Pess. Comm.* September 2023.

a coluna de água, enquanto o segundo é onde as vibrações se deslocam para cima do veio de perfuração e depois são transmitidas para a água.

AVI.2.3.2. Níveis de Fonte Acústica e Espectro de Frequência

Uma revisão da literatura sobre ruído de perfuração subaquática revelou que há poucos dados úteis divulgados no domínio público: invariavelmente as unidades de medição de ruído são ambíguas, o diâmetro da broca não é citado ou não há informações sobre sedimento ou tipo de rocha marinha. Foram identificados^{40,41,42} vários relatórios em que o diâmetro da broca era menor ou maior do que os propostos para a Coral Norte por um factor de 10 ou mais. Ao perfurar um furo de 63,5 mm debaixo de gelo num local de exploração de diamantes no Canadá, Mann *et al.*⁴³ determinaram um nível de fonte acústica de 143 dB_{rms} re 1 µPa a 1 m. Para estimar um nível de fonte para o ruído gerado por uma broca de 1,5 m, Schlesinger *et al.*⁴⁴ sugeriu uma elevação baseada na noção de que o peso aplicado a uma cabeça de perfuração é proporcional à área transversal do seu diâmetro. Foi assim proposto um factor de escala de $10 \cdot \log_{10}(r_2/r_0^2)$ em que r é o diâmetro da broca proposta em milímetros (mm), e r_0 é 63,5 mm.

Assim, para os diâmetros de broca propostos para implantação no projecto Coral Norte, os níveis de fonte acústica estão resumidos na Tabela AVI.2.

Tabela AVI.2: Nível de fonte acústica estimado para o ruído gerado pela perfuração

Diâmetro da broca	Diâmetro da broca	SPL _{Pico}
9,5 polegadas	0,24 m	154.5 dB re 1 µPa @ 1 m
12.25 – 13.5 polegadas	0,34 m	157.6 dB re 1 µPa @ 1 m
17,5 polegadas	0,44 m	159.8 dB re 1 µPa @ 1 m
24 polegadas	0,61 m	162.6 dB re 1 µPa @ 1 m

O espectro de frequência da fonte mostrado na Figura AVI.3 baseia-se nos dados fornecidos por Mann *et al.*⁴³ com níveis espectrais ajustados para dar os níveis de origem necessários, conforme indicado na Tabela AVI.2.

⁴⁰ Ward P. D., Needham K., "Modelling the vertical directivity of noise from underwater drilling". Proceedings of the 11th European Conference on Underwater Acoustics (ECUA 2012) and Acoustical Society of America Proceedings of Meetings on Acoustics (POMA), Vol 17, 070068, December 2012.

⁴¹ Willis M. R., Broudic M., Bhurosah M., Masters I., "Noise Associated with Small Scale Drilling Operations", Proceedings of the 3rd International Conference on Ocean Energy, 6 October, Bilbao, 2010.

⁴² Erbe C. and McPherson C., " Underwater noise from geotechnical drilling and standard penetration testing", J. Acoust. Soc. Am. 142 (3), September 2017.

⁴³ Mann, D., P. Cott, and B. Horne. 2009. Under-ice noise generated from diamond exploration in a Canadian sub-arctic lake and potential impacts on fishes. Journal of the Acoustical Society of America 126(5): 2215-2222.

⁴⁴ Schlesinger A., M-N. R. Matthews, Z. Li, J. Quijano, and D. Hannay. 2016. Aurora LNG Acoustic Study: Modelling of Underwater Sounds from Pile Driving, Rock Socket Drilling, and LNG Carrier Berthing and Transiting. Document 01134, Version 3.0. Technical report by JASCO Applied Sciences for Stantec Consulting Ltd.

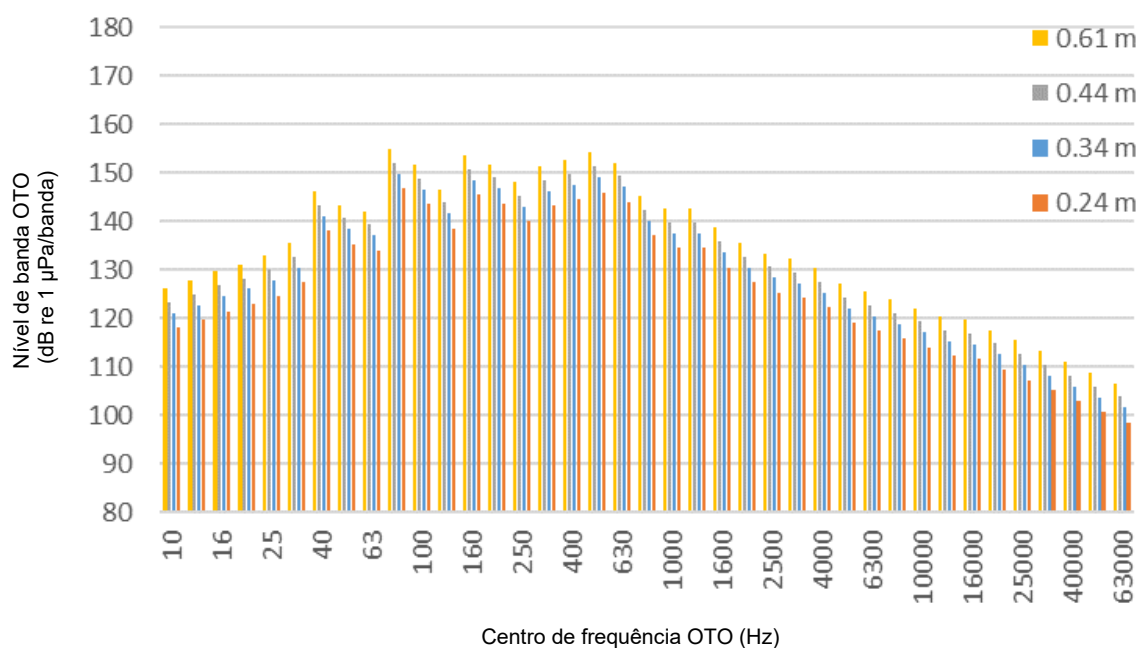


Figura AVI.3: Espectro do nível de banda de um terço de oitava (OTO) para a perfuração em Coral Norte

AVI.2.4. Colocação de Estacas por Sucção

Koschinski & Lüdemann⁴⁵ explicam que o princípio da colocação de estacas por sucção é alcançado através de uma diferença de pressão entre o interior de um tubo de fundação posicionado de cabeça para baixo, ou característica semelhante, e a pressão hidrostática no fundo do mar. Isto leva a que a estrutura seja instalada sem qualquer uso de força mecânica.

Em águas rasas, a adesão entre a característica e o fundo do mar pode ser aumentada através da implantação de bombas de sucção para baixar a pressão no tubo. As medições de ruído feitas no Borkum Riffgrund 2 OWF⁴⁵ indicam que o ruído das bombas de sucção não foi mensurável a mais de 500 m da fonte. É incerto se as bombas de sucção poderiam ser implantadas sobre as profundidades de água prevalentes no local do projecto Coral Norte, uma vez que estão na faixa de 1500-2000 m. Pode-se concluir que as fundações por sucção são fundações de baixo ruído.

⁴⁵ Koschinski S. & K. Lüdemann, Noise mitigation for the construction of increasingly large offshore wind turbines: Technical options for complying with noise limits. Technical Report for the Federal Agency for Nature Conservation, Germany, March 2020. Consultado em Setembro de 2023 em <https://www.bfn.de/>

AVI.2.5. FLNG

AVI.2.5.1. Introdução

Uma FLNG é uma embarcação especializada que contém sistemas de produção, armazenamento e descarga que realizam operações de gás natural liquefeito (GLN) para o desenvolvimento de recursos de gás natural offshore. Uma série de gasodutos de instalações individuais dentro de uma área de projecto terminam num colector submarino de onde um gasoduto ascensor alcança a FLNG na superfície do mar. A FLNG é ancorada no local com a ajuda de propulsores ou sistemas de propulsão instalados na proa, popa e ao longo do casco - tanto a bombordo como a estibordo. Uma vez em posição, a FLNG Coral Sul, no entanto, mantém a sua posição através de linhas de atracação sendo os propulsores usados durante a operação de descarga de GNL. O tempo de duração do propulsor varia de acordo com o clima e as condições do mar. Na maior parte das situações, os propulsores só são utilizados durante a atracação e desatracação do navio metaneiro (LNGC), embora, por vezes, em situações de grande ondulação ou condições meteorológicas adversas, os propulsores possam ser usados continuamente durante operações de atracação e descarga; por exemplo, durante os meses de Inverno e também durante os dias normais para mitigar a condição adversa e manter o rumo. Os propulsores estarão em funcionamento à medida que o LNGC se aproxima da FLNG aproximadamente uma hora antes da operação de atracação. Dois dos três propulsores da FLNG Coral Sul são usados durante o descarregamento de GNL que equivale a uma carga por seis a sete dias com os propulsores a funcionar durante uma média aproximada de 15 horas. Os propulsores da FLNG também são accionados durante operações de helicóptero. O Projecto Coral Norte irá usar as mesmas estratégias.

Em geral, o ruído da embarcação é uma combinação de som de banda larga sobreposto com ruído tonal a frequências específicas correspondentes à taxa da pá de hélice, ao disparo do cilindro do motor e à rotação da cambota⁴⁶ e considera-se provável que o ruído do propulsor seja bastante semelhante em termos de características. Além disso, as máquinas a bordo e as unidades de potência que as conduzem geram ruído e vibração que é transmitido através do casco e para o oceano. Salgado-Kent *et al.*⁴⁷ consideram que esta componente de ruído terá, provavelmente, níveis substancialmente mais baixos do que os gerados pelos propulsores. Como é provável que os processos funcionem durante longos períodos e, por isso, é provável que a instalação da FLNG permaneça no local de forma semelhante por longos períodos⁴⁸, o ruído da FLNG, devendo-se predominantemente aos propulsores, bem como qualquer ruído não atribuído aos propulsores, é classificado como sendo contínuo ou não impulsivo por natureza¹⁸.

⁴⁶ Ross D., *Mechanics of Underwater Noise*, Pergamon Press, New York, 1976.

⁴⁷ Salgado-Kent C., R. D. McCauley, A. Duncan, C. Erbe, A. Gavrilov, K. Lucke and I. Pamum, "Underwater Sound and Vibration from Offshore Petroleum Activities and their Potential Effects on Marine Fauna: An Australian Perspective", CMST Report 2015-13, April 2016.

⁴⁸ Espera-se que a FLNG Coral Norte esteja permanentemente ancorada no local durante o projecto, ou seja, 25 anos.

AVI.2.5.2. Níveis de Fonte Acústica e Espectro de Frequência

Há data deste relatório, não estão disponíveis dados acústicos que representam os níveis de ruído operacional gerados pela FLNG Coral. Por isso, é necessário usar, na medida do possível, dados aproximados de outras instalações que desempenhem uma função semelhante.

Uma pesquisa de literatura revelou que há um conjunto limitado de dados acústicos para instalações de FLNG. O projecto FLNG Prelude⁴⁹ usou um nível de fonte acústica de 189 dB re 1 μ Pa a 1 m. Tal baseou-se em medições feitas ao longo da faixa de frequência de 10 Hz a 2 kHz de ruído do propulsor gerado por uma embarcação muito menor⁵⁰, mas depois foi aumentado para ter em conta a diferença de tamanho e potência das duas plataformas⁴⁶. A FLNG Prelude é uma instalação flutuante de casco duplo, com aproximadamente 480 m de comprimento x 70-80 m de largura e pesando aproximadamente 600 000 toneladas de porte bruto quando totalmente balastrada. Tem uma capacidade de produção de 3,6 milhões de toneladas por ano (MTPA) de GNL, GLP e condensado. Por comparação, a FLNG Coral tem 439 m de comprimento x 65 m de largura com um peso de 210 000 toneladas (peso sem lastro). Tem uma capacidade de liquefacção de 3,4 milhões de toneladas. Assim, a FLNG Coral é um pouco mais pequena, no geral, do que a FLNG Prelude. Entretanto, a partir de uma revisão dos dados de ruído gerados pelas plataformas das Unidades Flutuantes de Produção, Armazenamento e Transferência (FPSO) ancoradas⁵¹, Erbe *et al.*⁵² observa que os níveis de ruído não parecem ser dimensionados com o tamanho ou potência da FPSO e presume-se que esta conclusão é igualmente aplicável às FLNG.

O ruído subaquático gerado por uma plataforma FPSO atracada usando propulsores foi gravado por um hidrofone localizado no Estreito de Haro, na Colúmbia Britânica, no Canadá⁵³. Os dados de ruído foram gravados na faixa de frequência de 10 Hz a 60 kHz e produziu um nível de fonte acústica nominal de 182,5 dB re 1 μ Pa a 1 m. Os dados foram processados de forma a dar um espectro de frequências acima de bandas de 1/3 de oitava. Para o presente estudo, os níveis de banda foram elevados de forma a produzir um nível de fonte acústica global de 189 dB re 1 μ Pa a 1 m e o espectro resultante é mostrado na Figura AIV.4.

⁴⁹ Prelude Floating LNG Project: Draft Environmental Impact Statement produced for Shell Development (Australia) Pty Ltd by ERM Ltd, October 2009.

⁵⁰ McCauley, R. D., "Radiated underwater noise measured from the drilling rig *Ocean General*, rig tenders *Pacific Ariki* and *Pacific Frontier*, fishing vessel *Reef Venture* and natural sources in the Timor Sea", CMST Report C98-20 to Shell Australia. 1998.

⁵¹ Uma FPSO é uma embarcação flutuante localizada perto de um campo petrolífero offshore, onde o petróleo é processado e armazenado até que possa ser transferido para um petroleiro para transporte e refinação adicional. Funcionalmente, é amplamente semelhante a uma FLNG, sendo que as diferenças entre as duas plataformas são em grande parte os processos industriais realizados a bordo.

⁵² Erbe C., R. McCauley, C. McPherson, A. Gavrilov, "Underwater noise from offshore oil production vessels", J. Acoust. Soc. Am. 133 (6), June 2013.

⁵³ MacGillivray, A.O., Li, Z.; Yurk, H. (2018a). Modelling of Cumulative Vessel Noise for Haro Strait Slowdown Trial: Final Report. Document Number 01577. Version 2.0. Technical report by JASCO Applied Sciences for Vancouver Fraser Port Authority ECHO Program. <https://www.flipsnack.com/portvancouver/echo-haro-strait-slowdown-trial-summary/fullview.html>.

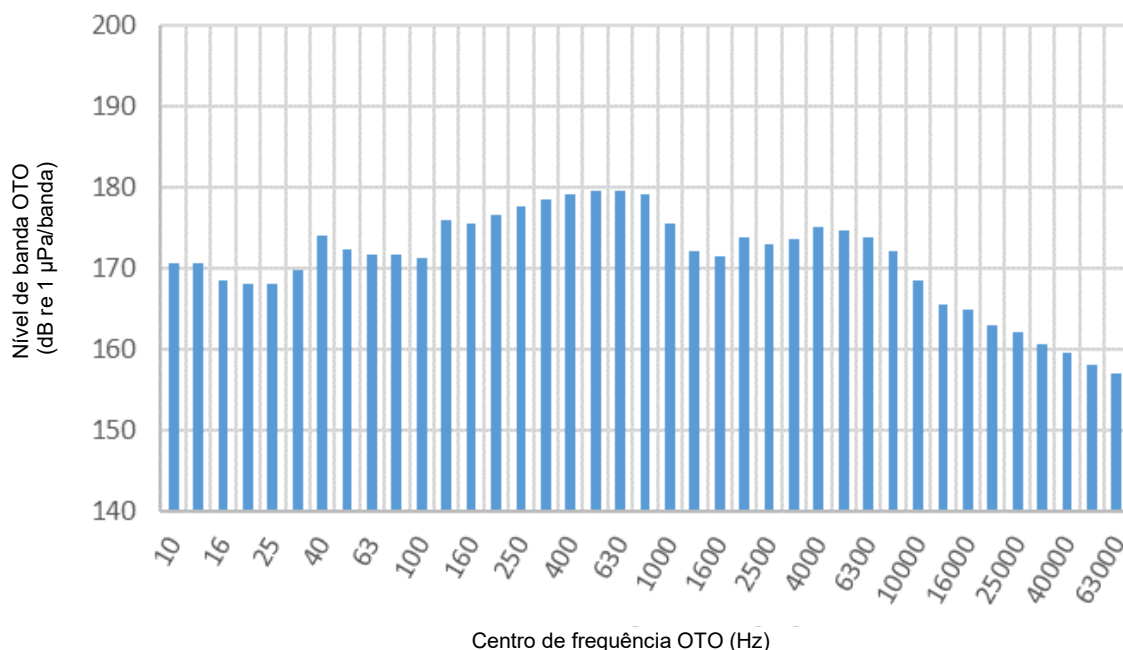


Figura AIV.4: Espectros de nível de banda estimados para a FLNG Coral Norte

AVI.3. Limiares dos Impactos Acústicos para a Fauna Marinha

AVI.3.1. Introdução

A derivação de níveis-limite adequados de ruído na vida marinha exposta ao ruído de origem humana baseia-se nas metodologias desenvolvidas por Southall *et al.*,^{18,54} para cetáceos e pinípedes, e Popper *et al.*⁵⁵ para peixes e tartarugas marinhas. Uma visão geral dos pontos salientes é dada abaixo.

AVI.3.2. Mamíferos Marinhos

AVI.3.2.1. Impactos Fisiológicos

Southall *et al.*¹⁸ começou por rever trabalhos realizados nas décadas anteriores sobre audiolgia animal e observou que os mamíferos marinhos poderiam ser atribuídos a um dos vários grupos de audição funcionais (GAF), onde cada grupo dependia de diferenças e semelhanças na fisiologia audiológica e psicofísica comportamental do animal. Para ilustrar isso, observou-se que, embora os

⁵⁴ Southall, B.L., Finneran, J.J., Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Nowacek, D.P., & Tyack, P.L. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. *Aquatic Mammals* 45(2), 2019.

⁵⁵ Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D., Bartol, S., Carlson, T., Coombs, S., Ellison, W. T., Gentry, R., Halvorsen, M. B., Løkkeborg, S., Rogers, P., Southall, B. L., Zeddis, D., and Tavolga, W. N. (2014). "Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report," ASA S3/SC1.4 TR-2014 prepared by ANSI Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI. Springer and ASA Press, Cham, Switzerland.

mamíferos marinhos possuem o ouvido típico de mamíferos de 3 partes, existem diferenças subtis que indicam adaptações específicas à pressão, hidrodinâmica e recepção sonora na água. Por exemplo, o ouvido externo, representado pelo pavilhão, foi eliminado em todas as espécies de cetáceos e algumas espécies de pinípedes, enquanto os espaços no ouvido médio de alguns mamíferos marinhos foram reduzidos substancialmente, indicando que a condução óssea pode ser um meio importante através do qual o som é transferido para o ouvido interno. Além disso, os cetáceos foram subdivididos com base na sua sensibilidade auditiva. Assim, os cetáceos de baixa frequência (BF) (predominantemente baixas frequências na faixa de 7 Hz a 35 kHz; os cetáceos de alta frequência (AF) têm uma sensibilidade ótima ao longo da faixa de 150 Hz a 160 kHz; enquanto os cetáceos de frequência muito alta (MAF) são sensíveis a altas frequências na faixa de 275 Hz a 160 kHz.

A mais recente classificação de grupo auditivo funcional (GAF)⁵⁶ para as espécies relevantes para a Área 4 é indicada na Tabela AVI.4.

Tabela AVI.4: Grupos auditivos funcionais para espécies de mamíferos marinhos conhecidas ou susceptíveis de estarem presentes na Área 4 ou ambiente circundante

Grupo auditivo funcional	Espécies representativas na Área 4
Cetáceos de baixa frequência (BF)	Baleia azul pigmeu; baleia-corcunda
Cetáceos de alta frequência (AF)	Cachalotes; baleia-bicuda-de-cuvier; golfinho-de-risso; Golfinho-corcunda; Golfinho-vulgar; Golfinho-do-Indico-com-focinho-de-garrafa; Golfinho-malhado; golfinho-rotador; golfinho-riscado; orca-pigmeu; baleia-piloto-de-aleta-curta
Cetáceos de muito alta frequência (MAF)	Baleia-anã; cachalote-anão
Sirenia (SI)	Dugongo

Reconhece-se que, tal como os humanos, os mamíferos marinhos não ouvem igualmente bem em todas as frequências. Para ter isso em conta, Southall *et al.*¹⁸ Propôs uma série de ponderações dependentes da frequência que foram derivadas das curvas de sensibilidade auditiva para animais em cada grupo auditivo funcional. Estes têm o efeito de enfatizar as frequências sobre as quais os animais são mais sensíveis e não enfatizar as frequências restantes. Para cada GAF (espécies listadas na Tabela AVI.4) foram desenvolvidas por Southall *et al.*¹⁸ funções de banda passante com declives especificados que foram posteriormente aperfeiçoadas várias vezes⁵⁴. As curvas de ponderação de frequência (conhecidas colectivamente como ponderações M), para cada grupo auditivo funcional representando mamíferos marinhos encontrados na e perto da Área 4, são apresentadas na Figura AVI.5.

56 Houser D. S., W. Yost, R. Burkard, J. J. Finneran, C. Reichmuth and J. Mulsow, "A review of the history, development and application of auditory weighting functions in humans and marine mammals", J. Acoust. Soc. Am. 141 (3), March 2017

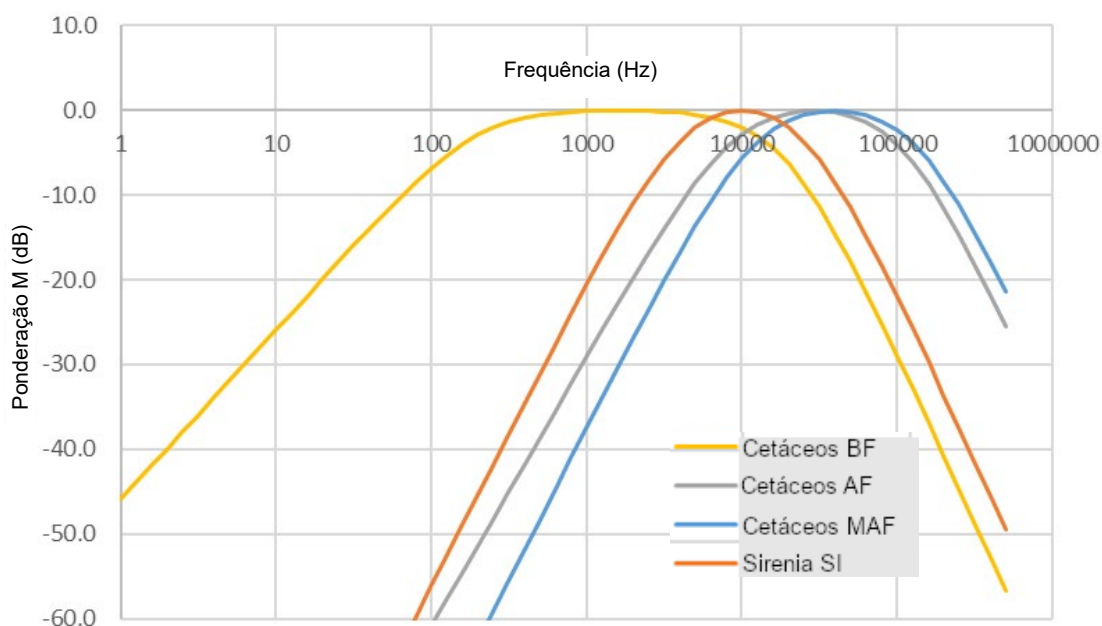


Figura AVI.5: Curvas de ponderação M para cetáceos de baixa, alta e muito alta frequência e para sirenias

As curvas de ponderação M são usadas para modificar o espectro de frequência do ruído impactante de modo que represente mais correctamente o ruído percebido pelas espécies-alvo. A partir desses dados, os valores de ponderação são extraídos para cada grupo auditivo funcional e aplicados aos níveis de banda de frequência para a fonte sonora indicada na Secção AIV.2.

Considerando os pesos-M dependentes da frequência é possível determinar o nível de fonte aparente de ruído subaquático percebido por cada um dos GAF, seguindo a técnica demonstrada por Houser *et al.*⁵⁷. As curvas de ponderação M são aplicadas aos espectros de ruído, conforme indicado na Secção AIV.2 e os resultados estão resumidos na Tabela AVI.5 utilizando as métricas SPL_{rms}. Para referência, a coluna intitulada "Un" fornece o nível de fonte de ruído não ponderado. Observa-se que os cetáceos de baixa frequência são, provavelmente, mais sensíveis aos ruídos gerados durante as actividades de construção no local do projecto Coral Norte, devido aos níveis relativamente altos de ruído de baixa frequência emitido por cada actividade. Em comparação, os cetáceos MAF são muito menos sensíveis aos vários tipos de ruído, uma vez que os componentes de frequência mais elevada do ruído gerado contêm muito menos energia do que os que apresentam frequências mais baixas.

⁵⁷ Houser D. S., W. Yost, R. Burkard, J. J. Finneran, C. Reichmuth and J. Mulsow, "A review of the history, development and application of auditory weighting functions in humans and marine mammals", J. Acoust. Soc. Am. 141 (3), March 2017.

Tabela AVI.5: Níveis de fonte aparente percebidos por cada grupo auditivo funcional de mamíferos marinhos

Impacto no tipo de ruído	Nível de fonte aparente de campo distante dB _{rms} re 1 µPa				
	Un	BF	AF	MAF	SI
Embarcação AHTS	166,2	164,6	150,0	148,1	153,2
Navio de instalação	181,4	173,6	155,1	153,2	158,3
MPV	183,8	176,1	157,6	155,7	160,8
PSV	177,8	170,1	151,6	149,7	154,8
Perfuração	162,6	160,0	130,1	126,4	136,2
Propulsor de FLNG	189,9	188,3	175,3	172,5	179,7

Reverendo os dados disponíveis derivados de extensos testes envolvendo mamíferos marinhos, Southall *et al.*¹⁸ propõe limiares que representam o início da mudança de limiar permanente (PTS) para os mamíferos marinhos (com base em medições relacionadas com o início da mudança de limiar temporária (TTS)), que foram expressos em termos de SPL e SEL, onde esta última métrica (expressa em dB re 1 µPa².s) anota não só do período de tempo durante o qual o receptor está exposto, mas também a sensibilidade do animal ao som impactante. Para ruído contínuo como o gerado pela actividade da embarcação ou perfuração, os limites são dados usando apenas as métricas SEL. Os limiares de impactos daí resultantes, posteriormente refinados por Southall *et al.*⁵⁴ para PTS e TTS são fornecidos na Tabela AVI.6.

Tabela AVI.6: Resumo dos critérios de limiar de impacto acústico para PTS e TTS no NPS_{pico} e nas métricas de SEL ponderadas em M para cada grupo auditivo funcional quando exposto a ruído não impulsivo⁵⁴

Grupo auditivo funcional	Limites de SEL ponderados em M dB re 1 µPa ² .sec	
	PTS	TTS
Cetáceo BF	199	179
Cetáceo AF	198	178
Cetáceo MAF	173	153
Sirenia SI	206	186

AVI.3.2.2. Impactos Comportamentais

Para chegar a níveis de limiar de ruído dando origem a efeitos comportamentais em animais quando expostos a ruídos subaquáticos produzidos pelo homem, Southall *et al.*¹⁸ observou que as respostas variavam de acordo com o nível sonoro do animal, bem como a frequência e duração do ruído perturbador. As observações da resposta comportamental resultante foram padronizadas por serem quantificadas numa Escala de Gravidade de Resposta Comportamental (EGRC) variando de 0 (resposta não observável) até 9 (pânico total, voo, debandada, estrangulamento). Em tal escala, as respostas aqui referidas como "Respostas Fracas" têm uma classificação EGRC de 1-3 indicando mudanças breves e/ou menores em, *por exemplo*, comportamento vocal, respiração e locomoção. Por outro lado, as respostas aqui referidas como "Respostas Fortes" são representadas por alterações extensas e/ou prolongadas nas características comportamentais mencionadas acima,

bem como comportamento agressivo entre indivíduos e separações curtas ou pequenas de fêmeas e crias dependentes.

Tendo definido uma EGRC, Southall *et al.*¹⁸ forneceram uma gama de níveis de pressão sonora sobre o animal no qual cada resposta comportamental tenha sido observada. Os dados seguintes foram categorizados em escalas de SPL de 10 dB e, em seguida, classificados pela gravidade da resposta comportamental observada sobre essa faixa de SPL. Isso tendeu a mostrar que quanto maior o SPL no animal, maior a pontuação da EGRC e mais severa a resposta comportamental.

Note-se que frequentemente, os dados em que se baseia a EGRC são um pouco escassos, consistindo em relativamente poucas observações de comportamento animal; sendo as respostas comportamentais variáveis, dependentes do contexto (ou seja, custo/benefício entre lutar e fugir) e menos previsíveis que os efeitos físicos e/ou fisiológicos; e havendo uma sobreposição considerável na faixa de níveis de pressão sonora sobre os quais um determinado comportamento pode ser prevalente. Assim, é necessário algum grau de interpretação e extrapolação ao aplicar os dados da forma necessária para o presente estudo. Por exemplo, Southall *et al.*¹⁸ mostram que para uma dada pontuação de resposta de gravidade, a EGRC pode indicar que se observaram mais animais com uma resposta forte a ruídos com SPL baixos do que em SPL altos. Isso desafia a ideia por trás do continuum representado pela EGRC de que os SPL baixos produzem respostas fracas e os SPL altos levam sempre a respostas mais fortes. Olhando mais atentamente para os dados vemos que algumas das observações podem estar relacionadas com espécies de mamíferos marinhos não encontradas na Área 4 ou em torno dela, o que faz com que esses dados possam ser razoavelmente negligenciados.

Os impactos comportamentais são definidos por um limiar que foi definido após observações de animais em cada GAF quando expostos a ruído de tipo contínuo - predominantemente ruído de embarcação (incluindo o gerado por propulsores), mas também incluindo ruído de perfuração, dispositivos de dissuasão acústica (ADD) e sonar de pesquisa oceanográfica.

- Para os cetáceos BF, Southall *et al.*¹⁸ observaram que não houve resposta (ou muito limitada) a níveis recebidos de 90-120 dB re 1 μ Pa rms e comportamento de evasão claramente definido em 120-160 dB re 1 μ Pa rms. No entanto, verificou-se que houve variabilidade considerável nos níveis recebidos para qualquer tipo de resposta e isso foi atribuído a variáveis de contexto como a proximidade da fonte, a presença de embarcações e/ou humanos próximos de sujeitos para observação ou durante a implantação de fontes sonoras, actividade animal no momento da exposição e habituação ou sensibilidade ao som;
- Para os cetáceos MF⁵⁸, observou-se que a alta sensibilidade ao ruído foi observada em níveis recebidos em toda a faixa de 90-120 dB re 1 μ Pa rms enquanto, muitas vezes, não foram observadas respostas nos níveis recebidos de 120-150 dB re 1 μ Pa rms;
- Para os cetáceos AF⁵⁸, foi apenas estudada uma espécie extensivamente até agora: toninha-comum. Observou-se que são relativamente sensíveis aos níveis de som em toda a escala 90-120 dB re 1 μ Pa rms, mas quando expostos a sons acima de 140 dB re 1 μ Pa

⁵⁸Note-se que os cetáceos MF e AF nos relatórios Southall *et al.* (2007) são agora descritos como cetáceos AF e MAF, respetivamente, nos relatórios Southall *et al.* (2019).

rms exibiram respostas comportamentais profundas. Salienta-se, no entanto, que a toninha-comum não é uma espécie existente na Área 4, pelo que não está claro se estes resultados são relevantes para outros cetáceos AF, como a baleia-anã e o cachalote-anão;

- Até agora, não há dados disponíveis sobre as respostas comportamentais de sirenia após exposição ao ruído de tipo contínuo.

O último trabalho publicado por Southall *et al.*⁵⁹ identifica as fraquezas inerentes à abordagem discutida no artigo de 2007. Recomenda-se um protocolo experimental revisto em que as anomalias anteriores sejam tratadas com o objectivo de derivar funções de resposta probabilística para vários modos de comportamento. Provavelmente levará alguns anos para recolher dados suficientes sobre os quais poderá ser feita uma análise rigorosa. Entretanto, é proposto basear-se nas orientações dadas pelo Serviço Nacional de Pesca Marítima dos EUA (NMFS)⁶⁰, que estabelece um limiar de incómodo de nível B para a exposição ao ruído de tipo contínuo de 120 dB re 1 μ Pa (rms) O Serviço Nacional de Pesca Marítima dos EUA define uma exposição de Nível B como "*qualquer acto que perturbe ou possa perturbar um mamífero marinho ou um conjunto de mamíferos marinhos na natureza, causando perturbações nos padrões comportamentais naturais, incluindo, mas não limitado a, migração, vinda à superfície, amamentação, reprodução, alimentação, ou abrigo, a um ponto que tais padrões comportamentais são abandonados ou alterados significativamente.*" Está sujeito a interpretação quanto ao tempo que um determinado comportamento (por exemplo, forragem) tem de ser interrompido antes de se enquadrar na definição de ser abandonado. Da mesma forma, a frase "*significativamente alterada*" pode ser interpretada num sentido estatisticamente significativo ou num sentido biologicamente significativo, ou seja, há um número significativo de animais num grupo que apresenta uma dada resposta comportamental; ou são as respostas entre os próprios indivíduos significativas. A incerteza em torno do significado do termo "*significativamente alterado*" é uma das razões pelas quais os impactos comportamentais permanecem relativamente indefinidos em comparação com os impactos fisiológicos. Além disso, deve-se enfatizar que as características comportamentais associadas ao limiar de Nível B não são mapeadas exactamente na escala EGRC. No entanto, pode ser sugerido que as respostas comportamentais de incómodo de Nível B provavelmente correspondem a um EGRC de 6 ou mais.

Note-se que o nível limiar de 120 dB re 1 μ Pa (rms) está próximo da gama de níveis de ruído de fundo. Como resultado, o conselho da Administração Nacional para o Oceano e a Atmosfera (NOAA)⁶¹ sugere que o nível pode ser "*ligeiramente ajustado se os níveis de ruído de fundo estiverem a ou acima deste nível*", mas não dá mais orientação. Além disso, Stocker⁶² fornece uma crítica qualitativa dos limiares de Nível B e sugere que a NOAA deve considerar a revisão dos níveis de limiar à luz da pesquisa que tem sido realizada desde que o nível foi estabelecido pela primeira vez. Até que os níveis de limiar sejam revistos, é impossível determinar que resultado, se houver,

⁵⁹ Southall, B. L., Nowacek, D. P., Bowles, A. E., Senigaglia, V., Bejder L., Tyack P. L. Marine mammal noise exposure criteria: Assessing the severity of marine mammal behavioral responses to human noise. *Aquatic Mammals*. 47(5), 2021.

⁶⁰Relatório de âmbito para o EIA para as Directrizes Acústicas Nacionais sobre Mamíferos Marinhos do NMFS. National Marine Fisheries Service. 2005.

⁶¹ <https://www.fisheries.noaa.gov/west-coast/endangered-species-conservation/esa-section-7-consultation-tools-marine-mammals-west>. Acedido em Julho 2023.

⁶² Stocker M., "Best available science? Are NOAA Fisheries marine mammal noise exposure guidelines up to date?", Published by the Acoustical Society of America, *Proceedings of Meetings on Acoustics*, Vol. 36, 010001 (2019). Consultado em <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Stocker-2019-NOAA-Noise.pdf>, Julho de 2023.

quaisquer alterações poderão ter nas distâncias em que o critério de impacto correspondente é cumprido.

Apesar destas reservas, e para efeitos do presente estudo, propõe-se um nível limiar de 120 dB_{rms} re 1 µPa⁶³ como representando um ruído que resulta no aparecimento de uma forte reacção comportamental em mamíferos marinhos quando expostos ao ruído de tipo não impulsivo.

AVI.3.3. Peixes e Tartarugas Marinhas

AVI.3.3.1. Impactos Fisiológicos

Popper *et al.*⁵⁵ realizaram um processo semelhante para peixes como Southall *et al.*¹⁸ tinha realizado para mamíferos marinhos. Reviram vários estudos e, posteriormente, sugeriram vários limiares de ruído relacionados a potenciais impactos acústicos que eram uma função da sensibilidade auditiva das espécies de peixes e do tipo de ruído. Os grupos auditivos funcionais referem-se a estudos da fisiologia interna dos peixes ou então à sua sensibilidade auditiva. Os últimos agrupamentos⁶⁴ estão resumidos na Tabela AVI.7.

Tabela AVI.7: Grupos auditivos de peixes e tartarugas marinhas⁶⁴

Grupo auditivo funcional	Descrição	Características
Grupo 1	Peixes sem bexiga natatória	Geralmente, esses peixes não têm bexiga natatória ou outra vesícula gasosa. São relativamente insusceptíveis ao barotrauma ⁶⁵ e são apenas sensíveis ao movimento de partículas e não à pressão sonora ⁶⁶ . Esta classe inclui peixes-chatos, tubarões e raias.
Grupo 2	Peixes com bexiga natatória em que a audição não envolve a bexiga natatória	Embora os peixes desta classe tenham uma bexiga natatória e, portanto, o órgão pode responder à pressão sonora, a bexiga natatória não está conectada ao ouvido interno, portanto, a capacidade auditiva dos peixes depende apenas do movimento das partículas. Os peixes desta classe são relativamente sensíveis a apenas uma faixa estreita de frequências.
Grupo 3	Peixes com bexiga natatória próxima, mas não intimamente ligada, ao ouvido	Os peixes desta classe são sensíveis ao movimento das partículas e à pressão sonora. São sensíveis a uma gama mais ampla de frequências em comparação com os grupos 1 e 2. Este grupo inclui membros das famílias Gadidae, Anguillidae e Sciaenidae.
Grupo 4	Peixes onde a audição envolve uma bexiga natatória	Os peixes desta classe têm uma ligação entre a bexiga natatória e o ouvido interno e são sensíveis à velocidade das partículas e à pressão sonora. As espécies desta classe são sensíveis a sons numa ampla faixa de frequência (cerca de vários kHz) e têm uma sensibilidade maior do que os peixes nos grupos anteriores. O grupo inclui membros das famílias Holocentridae, Sciaenidae, Clupeidae e o grande grupo de peixes Otophysi.

⁶³ https://www.westcoast.fisheries.noaa.gov/protected_species/marine_mammals/threshold_guidance.html

⁶⁴ Popper A. N., A. D. Hawkins, "An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes", J. Fish Biol. 2019;94:692–713.

⁶⁵O barotrauma é uma lesão de tecidos causada por uma diferença de pressão entre um espaço cheio de gás dentro de um órgão e os tecidos circundantes. Os baixos níveis de danos envolvem o estiramento do tecido em tensão ou cisalhamento. Níveis mais altos envolvem ruptura dos tecidos, o que pode levar a fatalidades.

⁶⁶Até então, quase todas as investigações audiológicas sobre peixes têm-se concentrado na pressão sonora como uma métrica. Muito poucos dados foram adquiridos sobre as respostas do peixe ao movimento de partículas. Estão a ser feitas tentativas pela comunidade internacional de investigação para abordar esta grande lacuna de conhecimento, ver por exemplo, Popper A. N., e A. D. Hawkins, , The importance of particle motion to fishes and invertebrates, The Journal of the Acoustical Society of America 143, 470 (2018); <https://doi.org/10.1121/1.5021594>.

Grupo auditivo funcional	Descrição	Características
Grupo 5	Ovas de peixe e larvas	Estudos mostram que as habilidades auditivas são parecidas com as do adulto da espécie. As bexigas natatórias podem desenvolver-se durante o estágio larval, portanto essas espécies são particularmente sensíveis ao barotrauma. Popper <i>et al.</i> ⁵⁵ mostram que há muito poucos dados sobre os efeitos do som ou vibração nas ovas de peixe.
Grupo 6	Tartarugas marinhas	Há dados relativamente limitados sobre a audição de tartarugas marinhas, portanto, a área é mal compreendida. Estudos da fisiologia auditiva das tartarugas marinhas indicam que a estrutura do ouvido está mais próxima da encontrada em peixes do que em mamíferos marinhos, mas que estão adaptadas para detectar mudanças de pressão sonora debaixo de água. Popper <i>et al.</i> ⁵⁵ sustentam que até serem disponibilizados mais dados, a audição de peixes, e não a audição de mamíferos, é o melhor modelo a ser utilizado para tartarugas marinhas.

Na tentativa de fornecer uma gama de limiares acústicos em que vários impactos podem ocorrer, Popper *et al.* ⁵⁵ reviram dados de testes em que várias espécies de peixes foram expostas ao som impulsivo e não impulsivo e a sua resposta foi observada. Os impactos foram descritos em termos de:

- Mortalidade e potencial lesão mortal – onde a lesão relacionada com a acústica é tão grave que é imediatamente, ou pouco depois, seguida de morte;
- Ferimentos recuperáveis – quando a lesão, incluindo danos nas células ciliadas, hematoma interno ou externo menor, não resultar em morte;
- TTS – danos auditivos temporários que são recuperáveis ao longo do tempo;
- Encobrimento – onde o som feito pelo homem é suficientemente alto para abafar, por ex. vocalizações feitas por conspecíficos ou ruídos de caça feitos por predadores;
- Efeitos comportamentais – onde há uma mudança discernível no comportamento do animal quando exposto ao som. Tais respostas incluem movimentos em larga escala e de longa duração longe dos locais de alimentação e reprodução; ou cessação da actividade de reprodução ou desova.

Posteriormente, Popper *et al.* ⁵⁵ fornecem níveis limiares de ruído para peixes de todos os grupos auditivos funcionais expostos a embarcações e ruído contínuo e estes são apresentados na Tabela AVI.8 utilizando, quando relevantes, métricas rms de SPL.

Observa-se que os níveis de limiar que representam o início da Lesão Recuperável e TTS em ovas de peixe e, actualmente, não existem tartarugas marinhas devido a dados insuficientes. Popper *et al.* ⁵⁵ reconhecem a dificuldade em atribuir distâncias específicas ou uma gama de distâncias ao risco de um impacto dado o número de variáveis que sustentam tal decisão. Sugerem que "perto" pode estar nas dezenas de metros da fonte, "intermédio" nas centenas de metros, e "longe" nos milhares de metros.

Tabela AVI.8: Resumo dos critérios de limiar de impacto acústico no SPL_{pico} e nas métricas de SEL não ponderadas para grupos auditivos funcionais de peixes⁶⁵ expostos à embarcação e ao ruído contínuo

Grupo auditivo funcional	Mortalidade e potencial lesão mortal	Lesões Recuperáveis	TTS
Grupo de Peixes 1	(N) Baixa (I) Baixa (F) Baixa	(N) Baixa (I) Baixa (F) Baixa	(N) Moderado (I) Baixo (F) Baixo
Grupo de Peixes 2	(N) Baixa (I) Baixa (F) Baixa	(N) Baixa (I) Baixa (F) Baixa	(N) Moderado (I) Baixo (F) Baixo
Grupo de Peixes 3/ 4	(N) Baixa (I) Baixa (F) Baixa	170 dB rms durante 48 h	158 dB rms durante 12 h
Ovas de peixe e larvas Grupo 5	(N) Baixa (I) Baixa (F) Baixa	(N) Baixa (I) Baixa (F) Baixa	(N) Moderado (I) Baixo (F) Baixo
Tartarugas marinhas Grupo 6	(N) Baixa (I) Baixa (F) Baixa	(N) Baixa (I) Baixa (F) Baixa	(N) Baixa (I) Baixa (F) Baixa

Legenda: Distância N-perto; I-intermédia; F-distante.

AVI.3.3.2. Impactos comportamentais

Podem ser atribuídos níveis de limiar ao início da resposta comportamental em espécies de peixes, embora a orientação actual parece um pouco ambígua. O Serviço de Peixes e Fauna Bravia dos EUA (USFWS) trabalha com um nível de 150 dB re 1 μ Pa como limiar para respostas comportamentais em peixes⁶⁷. Popper *et al.*⁵⁵ indicam que não é claro se esta é uma métrica de pico ou rms. Afirmam também que o critério correspondente não especifica uma resposta comportamental particular ou se apenas presume que, nesse nível sonoro, poderá existir uma reacção comportamental. Além disso, Hastings⁶⁸ declara que a origem científica deste limiar é desconhecida e, portanto, a validade do critério é incerta. No entanto, na ausência de quaisquer dados além das directrizes fornecidas pelo USFWS e com o objectivo de prosseguir a análise contida no presente estudo, decidiu-se que será utilizado um limiar de 150 dB_{rms} re 1 μ Pa rms para representar o início de respostas comportamentais de baixo nível em peixes.

Em relação às respostas comportamentais em tartarugas marinhas, Finneran e Jenkins⁶⁹ reviram um número de estudos relatando as respostas das tartarugas marinhas enjauladas quando expostas a ruídos impulsivos. Relataram que as respostas comportamentais se tornam primeiro evidentes em níveis sonoros recebidos de 166 dB_{rms} re 1 μ Pa. Quando os níveis sonoros são aumentados para a faixa de 175-179 dB_{rms} re 1 μ Pa, as reacções são mais erráticas e a reacção de evitamento torna-

⁶⁷Stadler, J.H. and D.P. Woodbury. 2009. Assessing the effects to fishes from pile driving: Application of new hydroacoustic criteria. In: Inter-Noise 2009 Innovations in Practical Noise Control.

⁶⁸Hastings M. C., (2008) "Coming to terms with the effects of ocean noise on marine animals". Acoustics Today 4(2):22-34.

⁶⁹Finneran J. J., Jenkins A. K., "Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis", SSC Pacific Technical Report, April 2012.

se aparente. Assim, para o presente estudo, é utilizado um limiar de 175 dB_{rms} re 1 µPa para representar o início do comportamento de evasão nas tartarugas marinhas.

AVI.4. Modelação Subaquática da Propagação Acústica

AVI.4.1. Introdução

As secções seguintes descrevem a modelação de propagação acústica realizada para estimar a variação do nível recebido com a distância da fonte, especificamente os modelos acústicos utilizados e os parâmetros oceanográficos e geoacústicos⁷⁰ necessários como dados de entrada para os modelos.

AVI.4.2. Descrição dos Modelos

Estão disponíveis vários modelos de computador para prever a propagação acústica no ambiente marinho. Cada modelo tem os seus próprios pontos fortes e fracos em termos de requisitos de entrada e métodos de cálculo, embora todos incluam alguma forma de descrição de vários parâmetros ambientais, como o perfil de velocidade sonora da coluna de água⁷¹ (SSP) e as propriedades acústicas dos sedimentos.

Revisões de uma série de programas de computador de propagação acústica são dadas por Buckingham,⁷² Jensen *et al.*⁷³ e Etter.⁷⁴ Alguns destes foram codificados e estão incluídos na *Toolbox Acústica*⁷⁵. Os programas de computador são baseados em traçado de raios, modo normal, equação parabólica e técnicas de campo rápido. Nem todos os programas são igualmente apropriados: deve dar-se a devida consideração à natureza do problema a ser abordado e isso irá orientar o utilizador para o modelo mais adequado⁷⁶.

É necessário realizar uma análise bidimensional (2D) (em profundidade e distância) dependente de frequência para um determinado perfil de velocidade sonora num guia de ondas oceânicas de profundidade variável que sobrepõe um sedimento do fundo do mar acusticamente absorvente e dependente da gama. Além disso, a profundidade da água é um factor importante a ter em conta. Os programas utilizados para a análise realizada neste relatório são o BELLHOP⁷⁷ – com base no

⁷⁰ O termo geoacústico refere-se ao tipo e estrutura dos sedimentos que compõem o fundo do mar mas, em vez disso, descritos em termos acústicos. Estes incluem, entre outros, a velocidade do som na camada de sedimentos, a densidade da rocha e a espessura da sua camada.

⁷¹ Definido a partir de medições de velocidade sonora feitas na água, desde a superfície do mar até ao fundo do mar.

⁷² Buckingham M.J., "Ocean-acoustic propagation models". Journal d'Acoustique: 223-287 June 1992.

⁷³ Jensen Finn., Kuperman William., Porter Michael., and Schmidt Henrik., Computational Ocean Acoustics, Springer-Verlag (2000).

⁷⁴ Etter Paul C., Underwater Acoustic Modeling and Simulation, 5th Edition, CRC Press, 2018, DOI: <https://doi.org/10.1201/9781315166346>

⁷⁵ Um repositório online financiado pelo Gabinete de Investigação Naval dos EUA e que contém uma série de programas informáticos de perda de propagação acústica subaquática. Encontrado em <http://oalib.hlsresearch.com/Modes/AcousticsToolbox/>

⁷⁶ Farcas, Adrian, Paul M. Thompson e Nathan D. Merchant. 2016. "Underwater Noise Modelling for Environmental Impact Assessment." Environmental Impact Assessment Review 57: 114–22.

⁷⁷ Porter M. B., "The Bellhop Manual and User's Guide" 2011. Consultado em <http://oalib.hlsresearch.com>.

método traçado de raios e RAM^{78,79} – com base na equação parabólica. Ambos os programas fornecem uma solução que é válida sobre um regime limitado de frequência, profundidade da água e alcance: Os modelos de equações parabólicas são otimizados para uso em frequências mais baixas, enquanto os modelos de traçado de raios tendem a ser mais adequados para altas frequências.

As fontes de ruído discutidas na Secção AVI.2, cada uma gera ruído numa ampla gama de frequências, embora a maior parte da energia acústica tenda a ser transportada a baixas frequências, ou seja, $< \sim 1$ kHz, por isso, é considerado aceitável usar os modelos BELLHOP e RAM de tal forma que toda a gama de frequência de interesse seja coberta. A frequência de transição na qual é apropriado mudar de um modelo para outro está relacionada com o comprimento de onda do ruído em comparação com a profundidade da água. Buckingham⁷² declara que a modelação de raios é satisfatória quando o comprimento de onda é muito menor do que qualquer uma das escalas de comprimento no problema. Uma escala de comprimento apropriada a ser considerada é a profundidade da água na origem da modelação. Etter⁷⁴ quantifica isto usando um factor de 8-10 que leva a uma frequência de comutação de cerca de 8 Hz na área do projecto.

Os dois modelos de propagação são classificados como dependentes do intervalo, o que significa que podem lidar com mudanças na profundidade da água ou no SSP ao longo da distância crescente do ponto de origem. A qualidade dos resultados da modelação é, portanto, altamente dependente da obtenção de dados específicos do local e do tempo. As fontes de dados utilizadas como entradas para o processo de modelação de propagação são discutidas abaixo.

AVI.4.3. Batimetria do Transecto

Os dados de profundidade de água foram obtidos da base de dados de batimetria GEBCO 2023⁸⁰. Trata-se de uma base de dados de profundidades de água com cobertura global e resolução de 15 segundos de arco (correspondendo a uma separação espacial de cerca de 0,45 km nas proximidades da Área 4 do projecto).

As cartas de navegação⁸¹ mostram que a Área 4 é uma região de águas profundas. As profundidades de água são maiores em direcção a Leste da Área de Projecto enquanto, em direcção a Oeste, diminuem gradualmente à medida que se aproximam o Arquipélago das Quirimbas e da zona continental de Moçambique.

Para capturar a variação da profundidade sobre a área do projecto mais ampla, foi usado um conjunto de 12 transectos igualmente espaçados e centrados no local nominal de Coral Norte. Os

⁷⁸Collins, M. D., "Applications and time-domain solution of higher-order parabolic equations in underwater acoustics", Journal of the Acoustical Society of America, 86(3), 1097–1102, 1989.

⁷⁹Collins, M. D., "A split-step Padé solution for the parabolic equation method", Journal of the Acoustical Society of America, 93(4), 1736–1742, 1993.

⁸⁰ GEBCO Compilation Group (2023) GEBCO 2023 Grid (doi:10.5285/f98b053b-0cbc-6c23-e053-6c86abc0af7b). Acedido em https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/

⁸¹ Admiralty Chart 2927 - Mozambique And Tanzania, Pemba To Mtwara, 1:300 000, ©Crown Copyright 2008 UK Hydrographic Office.

transectos têm aproximadamente 40 km de extensão, portanto, apenas abrangendo a distância entre o local de amarração da FLNG Coral e o litoral mais próximo das Ilhas Quirimbas a Oeste.

A abordagem de modelação introduzida acima é denominada modelação de propagação acústica Nx2D, onde campos de som 2D (em profundidade e alcance) são gerados em cada um dos transectos N. Embora este processo dê a impressão de um campo sonoro 3D, isso é um pouco ilusório, pois a refração horizontal não é permitida pelos programas de computador usados nesta tarefa. A refração horizontal pode surgir devido, por ex. à propagação do som através de um remoinho oceânico ou pelo som a ser refractado em torno de uma quantidade excessiva. Em ambos os exemplos, a curvatura da frente de onda no plano horizontal torna-se não negligenciável e as características acima mencionadas localizadas num transecto podem posteriormente influenciar o campo acústico em transectos adjacentes. Para abordar estes cenários, devem ser apenas usados programas de propagação acústica 3D completos⁸². No entanto, os que existem actualmente são apenas adequados para tarefas do tipo pesquisa e ainda não têm a proveniência que justificaria o seu uso no presente estudo. De salientar, que os campos sonoros 2D resultantes não são baseados na difusão geométrica 2D onde ondas acústicas seriam modeladas como propagando sobre o perímetro de um círculo⁸³. Por exemplo, o modelo de traçado de raios BELLHOP é desenvolvido a partir de uma solução matemática da equação de Helmholtz, que em si é baseada na equação de onda 3D dada em coordenadas cilíndricas⁷³.

AVI.4.4. Dados Oceanográficos

Os dados oceanográficos foram obtidos através do World Ocean Atlas (WOA , 2009⁸⁴). Consistem em amostras mensais de temperatura, salinidade e profundidade e a partir das quais, perfis de velocidade sonora nas proximidades da área do projecto, podem ser reconstruídos com o auxílio da relação Chen-Millero⁸⁵.

Até agora, no cronograma do projecto, não foram definidas datas para qualquer actividade de construção específica. Contudo, entende-se que a FLNG Coral estará operacional durante todo o ano. Considera-se impraticável realizar modelação acústica para cada mês do ano, dada a enorme quantidade de dados que precisariam ser gerados. Para resolver esta questão, os perfis mensais de velocidade sonora para a Área do Projecto são revistos para, assim, determinar quais perfis são mais propensos a dar origem a condições máximas e mínimas de propagação acústica ao longo do ano. Os perfis de velocidade sonora extraídos do WOA para cada mês do ano são apresentados na Figura AVI.6. Será visto que apenas os 500 m mais acima são traçados uma vez que, abaixo da termoclina principal a partir de uma profundidade de aproximadamente 800 m, todos os perfis convergem.

⁸² <http://oalib.hlsresearch.com/ThreeD/index.html>

⁸³ Liner C. L., Elements of 3D Seismology, 3rd edition, SEG Books, 2016

⁸⁴ Conjunto de dados World Ocean Atlas, 2009 disponível para download em www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA09/pr_woa09.html

⁸⁵ C-T. Chen and F. J. Millero, (1977), "Speed of Sound in Seawater at High Pressures". Journal of the Acoustical Society of America, 32(10), p 1357

O clima da costa de Moçambique é impulsionado pela extensão da África Oriental da monção do Oceano Índico. Dados metoceanicos⁸⁶ mostram que os ventos sopram de Noroeste até ao Sul enquanto a direcção predominante é do Sudeste. Como resultado, o clima pode ser dividido em um número de estações distintas: quente e chuvoso de Novembro a Março; seco de Maio a Outubro; e fresco de meados de Maio a meados de Agosto. A Figura AVI.6 mostra que há relativamente pouca variação na natureza do perfil de velocidade sonora de mês para mês e onde quaisquer diferenças decorrentes são atribuídas às pequenas flutuações de temperatura e precipitação. Uma análise de alto nível dos perfis de velocidade sonora indica que é provável que surjam extremos de propagação acústica durante os meses de Março e Agosto. Subsequentemente, os SSP para os meses de Março e Agosto são levados adiante para uso na modelação de propagação discutida neste relatório.

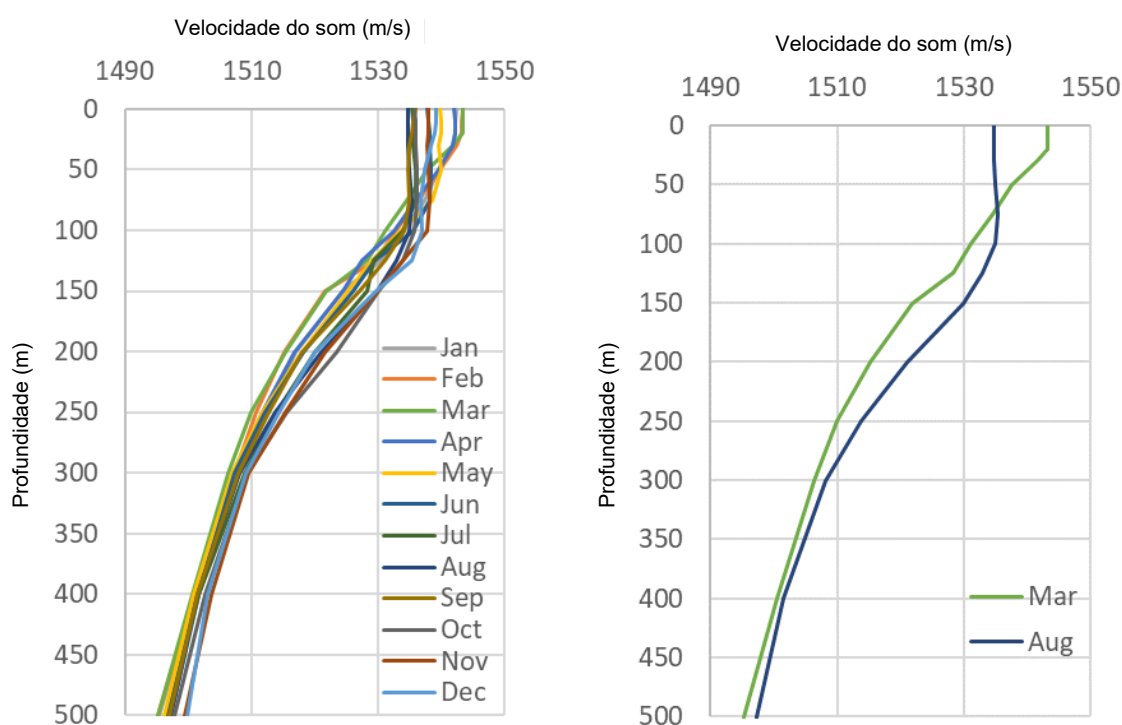


Figura AVI.6: (a) Perfis mensais de velocidade sonora para a região da Área 4; e (b) perfis de velocidade sonora para os meses de Março e Agosto

AVI.4.5. Geoacústica do Fundo do Mar

Brownfield⁸⁷ realizou uma avaliação do potencial de recursos de hidrocarbonetos ao longo da costa de Moçambique, incluindo a região abrangida pela Área 4. Dados estratigráficos indicam que o Complexo do Delta do Rovuma consiste em armadilhas sedimentar de arenito contidas num horizonte marítimo de xisto/siltito-arenito com cerca de 2 000 m de espessura. Baseando-se na

⁸⁶ Metocean Design Basis For FLNG (CORAL) 440200FGRF02014

⁸⁷Brownfield, M.E., 2016, Assessment of undiscovered oil and gas resources of the Mozambique Coastal Province, East Africa, in Brownfield, M.E., compiler, Geologic assessment of undiscovered hydrocarbon resources of Sub-Saharan Africa: U.S. Geological Survey Digital Data Series 69--GG, chap.10, 13 p., <http://dx.doi.org/10.3133/ds69GG>. ISSN 2327-638X (online)

classificação de sedimentos Folk ^{88,89} assume-se a existência de uma camada espessa de argila-silte sobre um subsolo de arenito. Hamilton^{90,91,92} dá conselhos sobre parâmetros geoacústicos e, daí, foram obtidos dados correspondentes de velocidade sonora, densidade e atenuação, que estão resumidos na Tabela AVI.9 abaixo. Salienta-se que tanto a camada de sedimento como a base semi-infinita são tratadas como sólidos elásticos onde tanto as ondas de compressão (ou primárias (P)) como as ondas de cisalhamento (ou secundárias (S)) são apoiadas. Dada a espessura da camada Limo-argilosa, é considerado improvável que o subsolo de arenito contribua muito para perdas acústicas.

Tabela AVI.9: Perfil de sedimentos do fundo marinho e propriedades de rocha calcária para a área do Projecto

Profundidade abaixo do fundo do mar m	Camada	Velocidade da onda-P Vp m/s	Velocidade da onda-S Vs m/s	Densidade kg/m ³	Atenuação da onda-P dB/m/kHz	Atenuação da onda-S dB/m/kHz
0	Limo-argiloso	1528	185	1,454	1,032	3,196
100		1651	397	1,589	1,038	6,863
500		2027	619	2,111	0,879	10,714
1000		2348	869	2,672	0,540	15,041
2000		3228	1556	3,566	0,742	26,916
>2000	Arenito	3913	2090	2,360	1,364	36,159

AVI.4.6. Parâmetros de Modelação da Fonte

O som emitido pelas embarcações, os propulsores da FLNG e pelas actividades de perfuração é caracterizado por um ruído geralmente contínuo que cobre uma ampla gama de frequências (ver Secção AVI.2). Para modelar o ambiente acústico subaquático, a abordagem é dividir a largura de banda de frequência da fonte em bandas de 1/3 de oitava⁹³ onde cada banda tem um determinado nível espectral, frequência central e largura de banda e, depois, usar um programa tipo de domínio de frequência (como os discutidos acima) para modelação de propagação subsequente. As frequências centrais de 1/3 de oitava assim seleccionadas abrangem a gama de frequências de interesse e estão listadas na Tabela AVI.10, enquanto os níveis correspondentes de banda de 1/3 de oitava são obtidos a partir da Secção AVI.2 para o ruído criado pela embarcação e ruído de perfuração.

⁸⁸ Folk, R.L., 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. The Journal of Geology, 62, 344-359.

⁸⁹ Long, D., 2006. BGS detailed explanation of seabed sediment modified Folk classification. Available from: http://www.emodnet-seabedhabitats.eu/PDF/GMHM3_Detailed_explanation_of_seabed_sediment_classification.pdf

⁹⁰ E.L. Hamilton: Sediment Sound Velocity Measurements made In Situ from Bathyscaph TRIESTE, Journal of Geophysical Research 68 (1963) pp. 5991-5998.

⁹¹ E.L. Hamilton: Sound velocity and related properties of marine sediments, North Pacific, Journal of Geophysical Research 75 (1970) pp. 4423-4446.

⁹² E.L. Hamilton: Compressional-wave attenuation in marine sediments, Geophysics 37 (1972) pp. 620-646.

⁹³ Kinsler, L.E., Frey, A.R., Coppers, A.B. & Sanders, J.V. (1999), Fundamentals of Acoustics, 4th edn. Wiley, NJ.

Tabela AVI.10: Parâmetros de modelação da acústica

Parâmetro	Valor	
Fontes de ruído	Embarcações incl. FLNG	Perfuração
Profundidade de Fonte [m]	5	No fundo do mar
Frequência [Hz]	10, 12.5, 16, 20, 25, 31, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1k, 1.25k, 1.6k, 2k, 2.5k, 3.15k, 4k, 5k, 6.3k, 8k, 10k, 12.5k, 16k, 20k, 25k, 31.5k, 63k	
SSP - Março	✓	✓
SSP - Agosto	✓	✓

AVI.4.7. Cenários de Modelação de Propagação de Som

Utilizando os dados batimétricos e geoacústicos fornecidos nas secções anteriores, foram gerados dados de perda de propagação ao longo de um total de 12 transectos irradiados do centro de modelação utilizando dados de perfil de velocidade sonora representando a oceanografia para os meses de Março e Agosto.

Os dados de perda de propagação são gerados em cada uma das frequências de banda de 1/3 de oitava fornecidas na Tabela AVI.10. A perda de propagação dependente da frequência é subtraída dos níveis de fonte de banda de 1/3 de oitava correspondentes para cada fonte de ruído (fornecidos na Secção AVI.2) para obter dados SPL propagados em função da distância do local da actividade. Uma discussão dos resultados gerados por esta fase é dada na secção seguinte.

AVI.5. Resultados da Modelação

AVI.5.1. Introdução

Esta secção do relatório descreve os resultados de alguma da modelação de propagação acústica realizada indicada na Secção AVI.4. Discute os aspectos físicos da propagação acústica em que a distribuição do ruído debaixo de água é uma função da batimetria, da SSP e da geoacústica marinha, isoladamente. Como exemplos representativos, a propagação do ruído subaquático devido à FLNG e à perfuração são examinadas onde têm os níveis de ruído de fonte mais altos e mais baixos, respectivamente (ver Secção AVI.2). Para cada fonte de ruído, os níveis de som não ponderados em função da profundidade e da distância são discutidos abaixo.

AVI.5.2. Ruído da FLNG

Os resultados da modelação de propagação acústica indicam que os níveis de pressão sonora a qualquer profundidade e distância são dependentes da natureza do SSP e, em menor medida, dadas as grandes profundidades de água, a batimetria subjacente. Para ilustrar isso, o modelo

operacional da FLNG modelado sobre dois transectos representativos e duas estações são discutidos de seguida.

A Figura AVI.7 mostra o SPL delineado para o ruído operacional da FLNG modelado usando o SSP de Março ao longo do transecto de 0 ° irradiando do local de modelação. A profundidade da água ondula entre cerca de 1700 m e 2000 m ao longo de um comprimento transversal de 50 km Embora a fonte de ruído, predominantemente os propulsores, estejam a uma profundidade de 7 m, ficando assim no canal de superfície do SSP, a energia acústica é direccionada em grande parte para o fundo do mar e isto é atribuído à natureza refractária descendente do SSP abaixo de uma profundidade de cerca de 500 m. Os níveis de ruído caem de 189dB_{rms} re 1 μPa no ponto de origem para cerca de 140 dB re 1 μPa a uma distância de 2 km. A uma distância de 10 km, torna-se evidente alguma estrutura no campo de ruído onde os reflexos do fundo do mar devolvem os níveis de energia acústica de volta para a superfície do mar. Aparece uma concentração de energia ao longo do intervalo de profundidade de 100 a 200 m a uma distância de 30 km onde os níveis de ruído são vistos como sendo cerca de 10-15 dB mais elevados do que fora da zona. A uma distância de 50 km, os níveis de ruído encontram-se no intervalo de 105-110dB_{rms} re 1 μPa e, portanto, encontram-se perto dos níveis de ruído de fundo globais registados durante o levantamento de ruído OEBS (ERM, 2016).

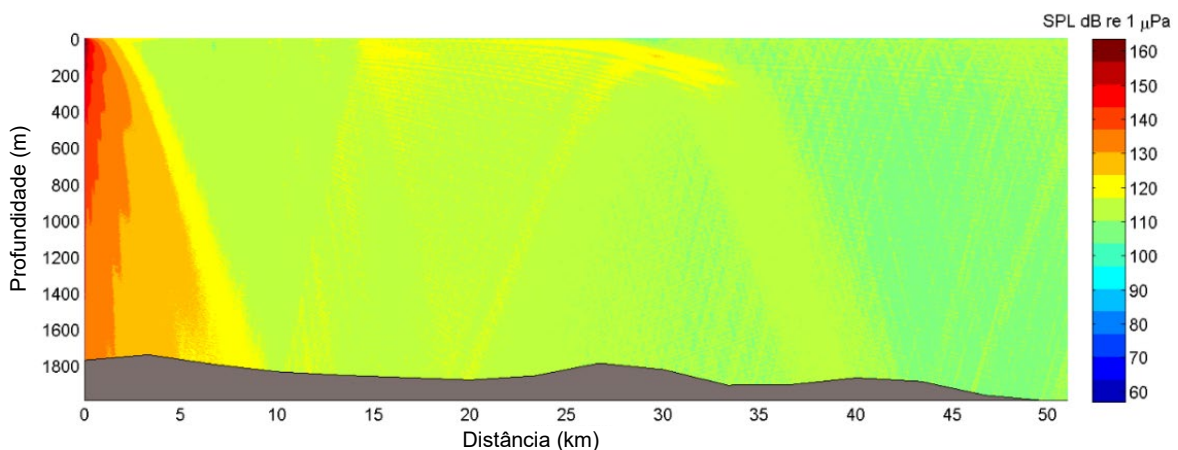


Figura AVI.7: Gráfico de contorno do SPL em função da profundidade e distância do local de atracação gerado pela FLNG Coral Norte modelado ao longo de um ângulo de 0° usando condições oceanográficas de Março

A Figura AVI.8 mostra o ruído da FLNG propagando-se ao longo do transecto de 270 ° ao longo de uma distância de aproximadamente 42 km. Este é um dos transectos de modelação mais curtos onde será observado que as profundidades da água diminuem de 1 765 m a 0 km para menos de 100 m no final do transecto de modelação que fica perto das Ilhas Quirimbas e da zona continental de Moçambique. Os níveis de ruído caem para cerca de 140 dB re 1 μPa a uma distância de 2 km. A uma distância de 42 km, os níveis de ruído baixam para 105 -110 dB re 1 μPa.

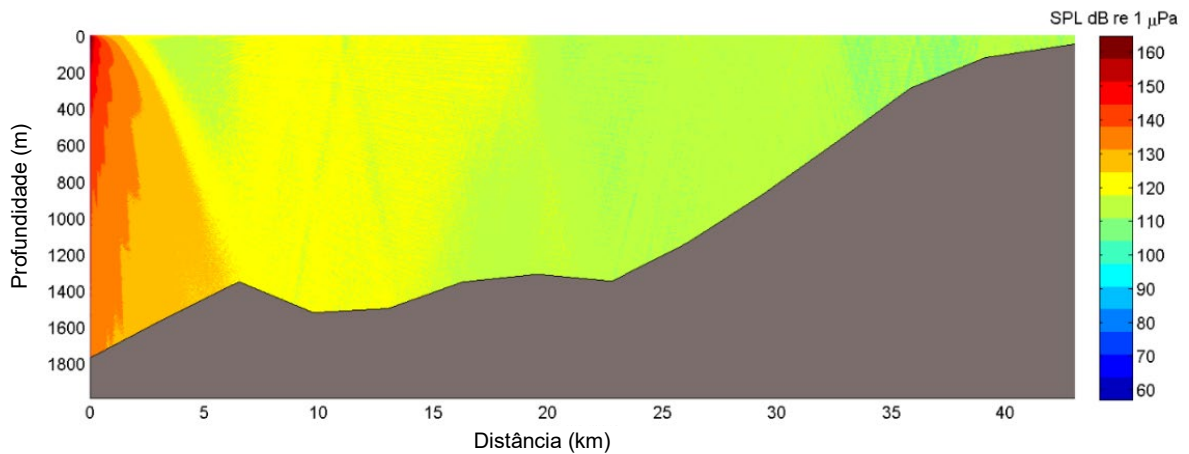


Figura AVI.8: Gráfico de contorno do SPL em função da profundidade e distância do local de atracação gerado pela FLNG Coral Norte modelado ao longo de um ângulo de 270° usando condições oceanográficas de Março

A oceanografia discutida na Secção AVI.4 indica pequenas diferenças na natureza do SSP sobre os 500 m superiores da coluna de água. Para demonstrar o efeito prático dessas diferenças, os níveis de ruído foram modelados usando o SSP de Agosto ao longo do transecto de 0°, mostrado na Figura AVI.9 e ao longo do transecto de 270° mostrado na Figura AVI.10. Será visto que os níveis de ruído caem para 140 dB re 1 µPa ao longo do intervalo de 1,5 – 2 km, enquanto a uma distância de 50 km, os níveis de ruído encontram-se no intervalo de 100-105 dB re 1 µPa. Quaisquer diferenças atribuídas à natureza do SSP são, portanto, consideradas menores.

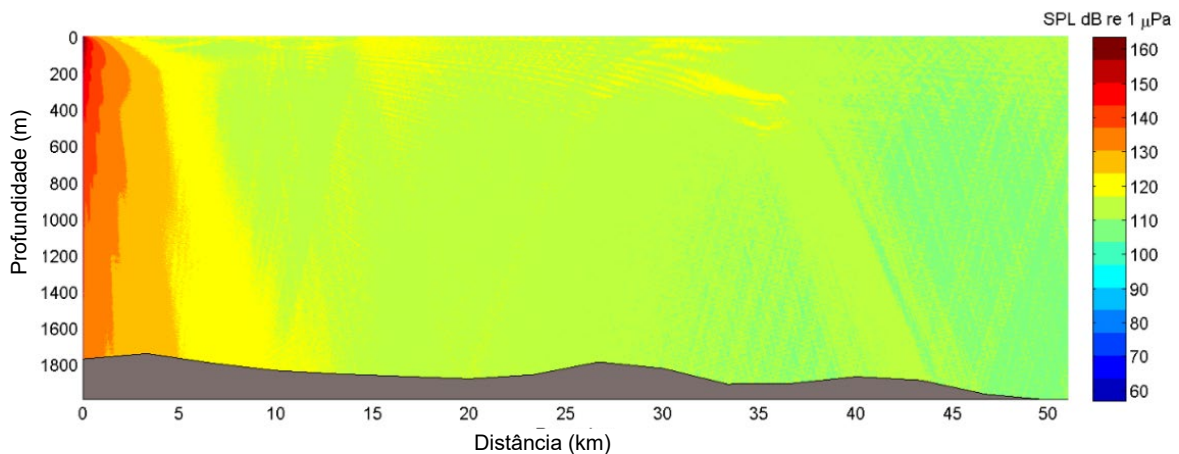


Figura AVI.9: Gráfico de contorno do SPL em função da profundidade e distância do local de atracação gerado pela FLNG Coral Norte modelado ao longo de um ângulo de 0° usando condições oceanográficas de Agosto

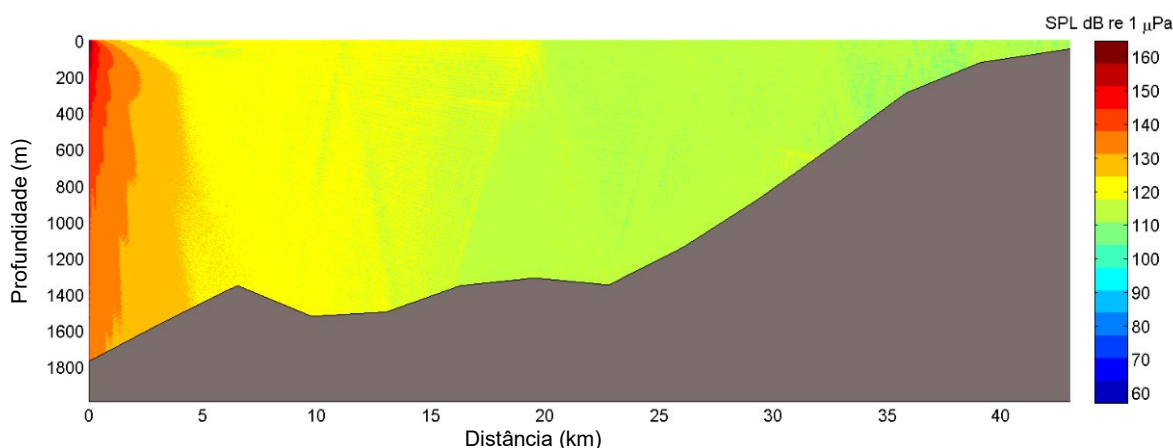


Figura AVI.10: Gráfico de contorno do SPL em função da profundidade e distância do local de atracção gerado pela FLNG Coral Norte modelado ao longo de um ângulo de 270° usando condições oceanográficas de Agosto

AVI.5.3. Ruído de Perfuração

A Figura AVI.11 mostra o ruído subaquático a propagar-se para longe da embarcação de perfuração modelada ao longo do transecto de 0° usando o SSP de Março. Os níveis de ruído propagados são substancialmente mais baixos quando comparados com os resultados para o ruído da FLNG visto acima. A distâncias inferiores a 1 km e a uma profundidade de 400 m abaixo da fonte de ruído, os níveis de ruído caíram para 140 dB re 1 µPa. A estrutura do campo de ruído torna-se evidente a 30 km e nas profundidades de 100-200 m, onde uma pequena zona de intensidade resulta em níveis de ruído cerca de 20 dB mais elevados em comparação com níveis exteriores. No final do transecto, os níveis de ruído estão na faixa de 80-85 dB re 1 µPa e, portanto, provavelmente abaixo dos níveis de ruído de fundo esperados nesta região.

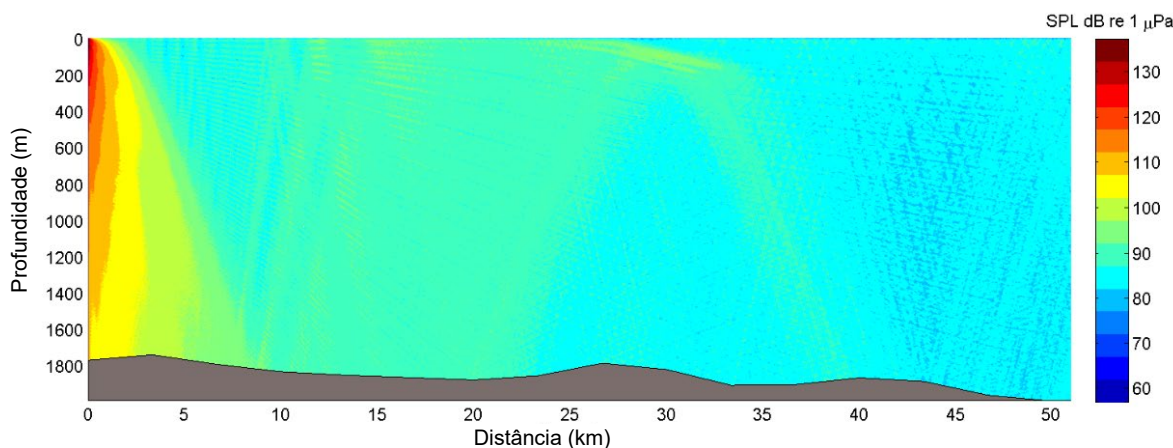


Figura AVI.11: Gráfico de contorno do SPL em função da profundidade e distância do local de atracção gerado pela embarcação de perfuração Coral Norte modelado ao longo de um ângulo de 0° usando condições oceanográficas de Março

A Figura AVI.12 mostra os níveis de ruído modelados ao longo do transecto de 270°. Uma série de reflexos no fundo do mar são notados a partir dos 10 km e estes contribuem para que haja várias

zonas onde os níveis de ruído resultantes são cerca de 10 dB mais elevados do que nas regiões circundantes. À medida que o ruído se propaga na curva ascendente, a energia é cada vez mais retirada da coluna de água e é absorvida pelo fundo do mar. Subsequentemente, a uma distância de 42 km, os níveis de ruído são inferiores a 85 dB re 1 μ Pa.

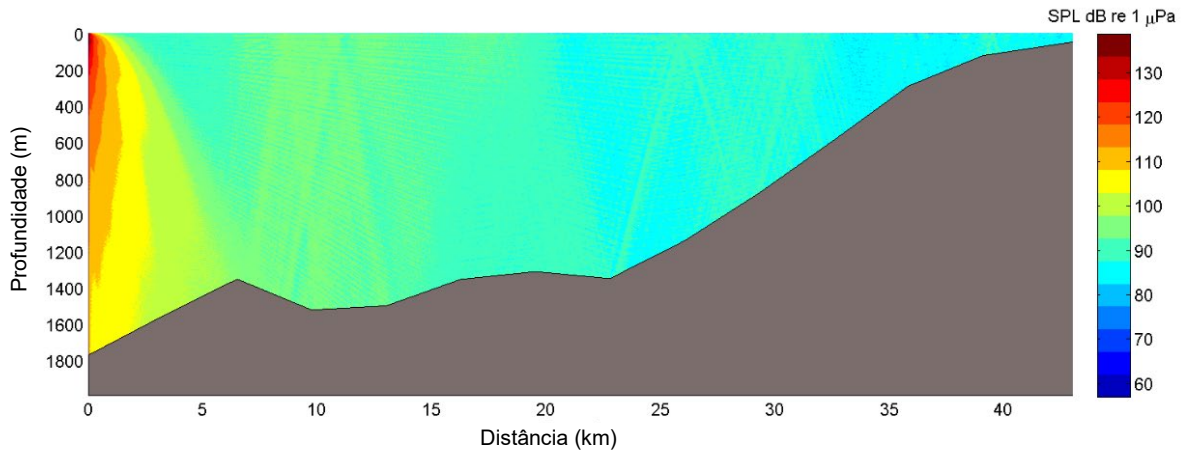


Figura AVI.12: Gráfico de contorno do SPL em função da profundidade e distância do local de atracção gerado pela embarcação de perfuração Coral Norte modelado ao longo de um ângulo de 270° usando condições oceanográficas de Março

A Figura AVI.13 e a Figura AVI.14 mostram níveis de ruído propagados modelados usando o SSP de Agosto ao longo dos transectos de 0° e 270°, respectivamente. Há uma pequena diferença substancial entre os níveis de ruído em qualquer local na coluna de água em comparação com os modelados usando o SSP de Março e discutidos acima. Para cada cenário, os níveis de ruído modelados são reduzidos para cerca de 85 dB re 1 μ Pa a distâncias de 40-50 km do ponto de origem e, portanto, é provável que caiam abaixo dos níveis de ruído de fundo.

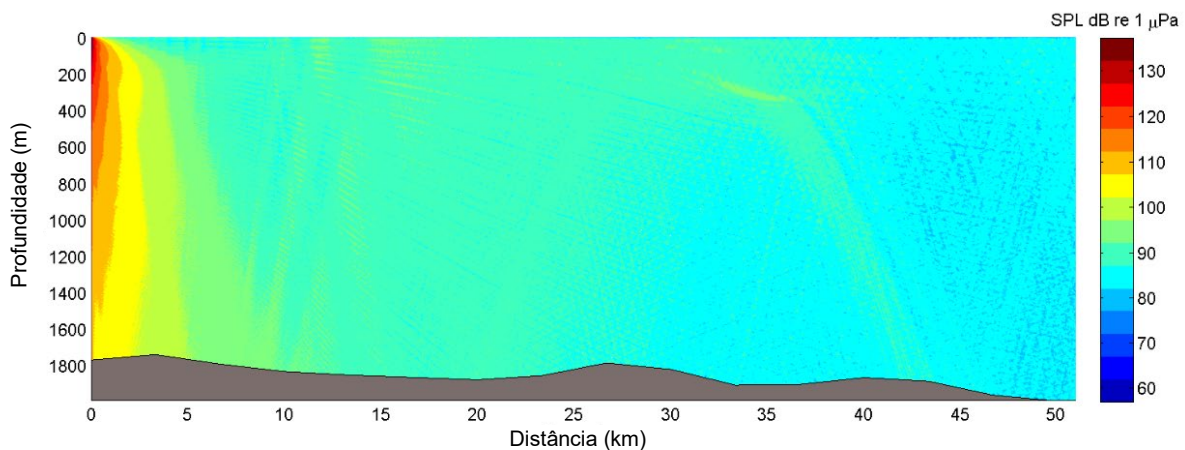


Figura AVI.13: Gráfico de contorno do SPL em função da profundidade e distância do local de atracção gerado pela embarcação de perfuração Coral Norte modelado ao longo de um ângulo de 0° usando condições oceanográficas de Agosto

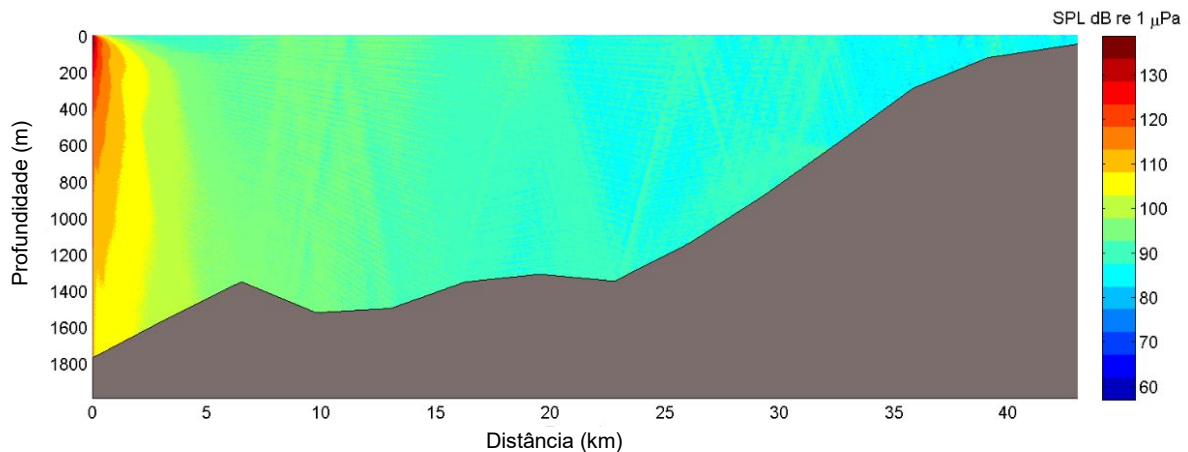


Figura AVI.14: Gráfico de contorno do SPL em função da profundidade e distância do local de atracação gerado pela embarcação de perfuração Coral Norte modelado ao longo de um ângulo de 270° usando condições oceanográficas de Agosto

Estes oito números indicam que o SPL a qualquer distância depende em grande parte da natureza da batimetria e que as diferenças no SSP que surgem ao longo do ano têm relativamente pouco efeito nos níveis de ruído que se seguem. Além disso, deve-se enfatizar que as secções de batimetria, conforme apresentadas nas figuras acima, se relacionam exclusivamente com o dado ponto de modelação e com os transectos específicos que dali irradiam. Ao longo de cada transecto, a natureza da batimetria varia de local para local e isso afectará subsequentemente, em certa medida, a propagação do ruído através da água. Assim, as distâncias em que cada impacto acústico é atingido variarão ao longo de cada transecto modelado irradiando de cada ponto modelado. As distâncias de impactos estão resumidas na secção seguinte.

AVI.6. Resultados de Modelação de Impactos Acústico

AVI.6.1. Introdução

A secção anterior discutiu a propagação do ruído através do ambiente marinho que é gerado por várias actividades de projecto no local do projecto Coral Norte na Área 4. Esta secção determina as distâncias a que os níveis de ruído caem abaixo dos níveis de limiar associados a cada um dos potenciais impactos discutidos na Secção AVI.3.

A discussão começa com o pressuposto de que o receptor está estacionário. As distâncias sobre as quais cada critério de impacto acústico é atingido são modeladas usando as métricas SPL e SEL. Em cada caso, segue-se uma abordagem binária no que diz respeito à quantificação do impacto em que o critério de impacto correspondente ao início de, por exemplo, PTS, seja atingido ou não. Segue-se uma discussão sobre os impactos cumulativos que surgem num receptor quando exposto ao ruído subaquático gerado por duas FLGN, uma em cada um dos campos Coral Norte e Coral Sul. Cada procedimento é discutido abaixo.

AVI.6.2. Impactos Fisiológicos e Comportamentais

Podem surgir impactos acústicos num receptor após uma única exposição a um ruído alto ou após uma exposição contínua a um nível de ruído mais baixo, embora durante um longo período. Para este último, as directrizes do Serviço Nacional de Pesca Marinha⁹⁴ recomendam um período de acumulação da situação de referência de 24 horas para fins comparativos. No entanto, a directriz também reconhece que podem existir situações em que este período de acumulação requer ajuste, pelo que podem também ser especificadas durações de exposição mais curtas ou mais longas. Assim, considera-se um intervalo de duração de exposição que varia dos 30 minutos até 24 horas. O intervalo de exposições de tempo considerado tem em conta os vários períodos sobre os quais um animal pode ser exposto a um ruído impactante. Os períodos de exposição mais curtos são adequados para animais que transitam rapidamente pela área do projecto, enquanto os períodos mais longos são considerados mais adequados para animais em movimento mais lento e para as espécies que são - condicionadas pelo habitat.

As distâncias de impactos modeladas no local do projecto, usando variáveis métricas SPL e métricas SEL não ponderadas e ponderadas em M para um intervalo de duração de exposição, são apresentadas na Tabela AVI.11 até à Tabela AVI.17. Podem retirar-se uma série de conclusões gerais dos resultados:

- As distâncias de impactos modeladas usando a oceanografia de Agosto tendem (mas não exclusivamente) a ser mais longas do que as modeladas usando a oceanografia de Março;
- Quando exposto ao ruído da embarcação (ou seja, AHTS, embarcação de instalação, MPV e PSV), o cetáceo de MAF é o grupo auditivo de mamíferos marinhos mais sensível. Durante um período operacional de 24 horas, os critérios de impacto PTS e TTS abrangem distâncias de 51 m e 561 m, respectivamente. O GAF menos sensível é o cetáceo AF e o SI sirenia onde os critérios de impactos do PTS e do TTS são atingidos a distâncias inferiores a 10 m;
- Para todos os GAF de mamíferos marinhos, o critério de Resposta Comportamental de Nível B cobre uma distância máxima de 3468 m;
- Quando exposto ao ruído proveniente do navio de perfuração, durante um período operacional de 24 horas, o cetáceo BF é o GAF mais sensível dos mamíferos marinhos. A modelação indica que os níveis de ruído são insuficientes para atingido o limiar para o critério de impactos PTS, excepto a distâncias inferiores a 10 m, enquanto o critério de impactos TTS se estende a uma distância máxima de 100 m. O critério de Resposta Comportamental do Nível B cobre uma distância máxima de 258 m;
- Apesar de não existirem dados registados sobre os quais o ruído de colocação de Estacas por Sucção possa ser avaliado, a discussão na Secção 4 indica que esta é uma actividade de baixo ruído. Como resultado, sugere-se que as distâncias de impacto para o ruído de perfuração também podem ser aplicadas ao ruído de colocação de estacas por sucção;

⁹⁴National Marine Fisheries Service. 2018. 2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, 167 p.

- Quando exposto ao ruído operacional da FLNG, o GAF mais sensível é o cetáceo MAF. Durante um período operacional de 15 horas (representando o período máximo aproximado de operações diárias), o critério de impacto PTS é atingido a uma distância máxima de 258 m enquanto o critério de impacto TTS se estende a 7,9 km. O GAF menos sensível é a Sirenia SI onde o critério de impacto PTS é atingido a distâncias inferiores a 10 m, enquanto para o TTS se estende a 153 m. A resposta comportamental de Nível B para todos os mamíferos marinhos é atingida a uma distância de até 33 km;
- Todos os agrupamentos de peixes são insensíveis ao ruído de tipo contínuo. Com base na modelação aqui realizada, a probabilidade de danos fisiológicos que surgem em todos os indivíduos expostos ao ruído contínuo é baixa. No entanto, observa-se que os peixes ainda podem ser mortos se estiverem muito próximos da actividade geradora de ruído;
- As espécies de peixes e tartarugas marinhas são avaliadas usando métricas de SPL. Quando expostos ao ruído da embarcação (AHTS, navio de instalação, MPV e PSV), tanto os danos recuperáveis como os critérios de impactos TTS são atingidos a uma distância inferior a 10 m para os peixes do Grupo 3 e do Grupo 4 (sendo os grupos de peixes mais sensíveis em termos auditivos). O critério de Resposta Comportamento de Baixo Nível é atingido numa distância máxima de 51 m para todos os grupos de peixes;
- O ruído da perfuração tem um baixo nível de intensidade. Não são atingidos os critérios de impacto relativos a Lesões Recuperáveis, TTS ou Resposta Comportamental de Baixo Nível para as espécies de peixes a distâncias superiores a 10 m. Dado os níveis de ruído baixos semelhantes, estas distâncias de impactos também podem ser aplicadas ao ruído da colocação de estacas por sucção.
- Os resultados do ruído operacional da FLNG resulta, para espécies de peixes, no critério de impacto Lesões Recuperáveis que se estende por menos de 10 m, enquanto o critério de impacto TTS se estende a 51 m. A Resposta Comportamental de Baixo Nível abrange uma distância máxima de 172 m;
- As tartarugas marinhas são insensíveis a todas as actividades de geração de ruído. O critério de Resposta Aversiva é atingido a distâncias inferiores a 10 m de todas as fontes de ruído.

Os resumos das distâncias máximas de impactos para impactos fisiológicos e comportamentais em cada mamífero marinho, peixe e tartaruga marinha, avaliados usando as métricas SPL e SEL, são apresentados nos Anexos VII.A a VI.F para cada uma das actividades geradoras de ruído no local do projecto Coral Norte.

Tabela AVI.11: Resumo das distâncias máximas de impacto em metros para mamíferos marinhos na região da Área 4 quando expostos ao ruído da embarcação AHTS

Grupo auditivo funcional	Impacto	Limiar	Intervalo máximo de impacto [metros]						
			0,5 h	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h
M _{bf}	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	51	86	102	153
M _{af}	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
M _{maf}	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	43	51	86	129	153	215
M _{si}	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Todos	Nível B	120 dB re 1 μPa rms	392						

Tabela AVI.12: Resumo das distâncias máximas de impacto em metros para mamíferos marinhos na região da Área 4 quando expostos ao ruído da embarcação de instalação

Grupo auditivo funcional	Impacto	Limiar	Intervalo máximo de impacto [metros]						
			0,5 h	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h
M _{bf}	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	51	51	102	153	215	258	392
M _{af}	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
M _{maf}	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	51	51	102	153	215	258	430
M _{si}	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Todos	Nível B	120 dB re 1 μPa rms	2346						

Tabela AVI.13: Resumo das distâncias máximas de impacto em metros para mamíferos marinhos na região da Área 4 quando expostos ao ruído da embarcação multifunções

Grupo auditivo funcional	Impacto	Limiar	Intervalo máximo de impacto [metros]								
			0,5 h	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h		
M _{bf}	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	51	
	TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	51	102	153	215	301	357	516		
M _{af}	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
M _{maf}	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	51	
	TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	51	102	153	215	294	357	561		
M _{si}	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Todos	Nível B	120 dB re 1 μ Pa rms	3468								

Tabela AVI.14: Resumo das distâncias máximas de impacto em metros para mamíferos marinhos na região da Área 4 quando expostos ao ruído da Embarcação de Abastecimento da Plataforma

Grupo auditivo funcional	Impacto	Limiar	Intervalo máximo de impacto [metros]								
			0,5 h	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h		
M _{bf}	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	51	51	102	153	172	258		
M _{af}	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
M _{maf}	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	51	51	102	153	172	258		
M _{si}	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Todos	Nível B	120 dB re 1 μ Pa rms	1326								

Tabela AVI.15: Resumo das distâncias máximas de impacto em metros para mamíferos marinhos na região da Área 4 quando expostos ao ruído de perfuração e de colocação de estacas por sucção

Grupo auditivo funcional	Impacto	Limiar	Intervalo máximo de impacto [metros]								
			0,5 h	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h		
M _{bf}	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	51	51	100		
M _{af}	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
M _{maf}	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
M _{si}	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Todos	Nível B	120 dB re 1 μ Pa rms	258								

Tabela AVI.16: Resumo das distâncias máximas de impacto em metros para mamíferos marinhos na região da Área 4 quando expostos ao ruído operacional da FLNG

Grupo auditivo funcional	Impacto	Limiar	Intervalo máximo de impacto [metros]					
			0,5 h	1 h	2 h	4 h	8 h	15 h
M _{bf}	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	43	51	100	129	200
	TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	357	510	750	1050	1500	2050
M _{af}	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	43	51	86	102	172	215
M _{maf}	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	51	51	102	153	215	258
	TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	561	784	1950	2989	4730	7956
M _{si}	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	51	51	102	153
Todos	Nível B	120 dB re 1 μPa rms	33100					

Tabela AVI.17: Resumo das distâncias máximas em metros em que o SPL caiu para o nível limiar de Mortalidade, Lesões Recuperáveis e Reacções Comportamentais para grupos de peixes estacionários expostos a actividades geradoras de ruído na Área 4 do Projecto

Actividade	Impacto	Gp 1	Gp 2	Gp 3	Gp 4	Tartarugas marinhas
Embarcação AHTS	Les. Recup.	N/A	N/A	<10	N/A	
	TTS	N/A	N/A	N/A	<10	
	Comportamental	<10				<10
Navio de instalação	Les. Recup.	N/A	N/A	<10	N/A	
	TTS	N/A	N/A	N/A	<10	
	Comportamental	51				<10
Embarcação Multifunções	Les. Recup.	N/A	N/A	<10	N/A	
	TTS	N/A	N/A	N/A	<10	
	Comportamental	51				<10
Embarcação de Abastecimento do Projecto	Les. Recup.	N/A	N/A	<10	N/A	
	TTS	N/A	N/A	N/A	<10	
	Comportamental	<10				<10
Perfuração e Colocação de Estacas por Sucção	Les. Recup.	N/A	N/A	<10	N/A	
	TTS	N/A	N/A	N/A	<10	
	Comportamental	<10				<10
Operação da FLNG	Les. Recup.	N/A	N/A	<10	N/A	
	TTS	N/A	N/A	N/A	51	
	Comportamental	172				<10

AVI.6.3. Ruído Operacional Cumulativo das FLNG Coral Norte e Coral Sul

As secções anteriores apresentaram os resultados para quando uma actividade geradora de ruído ocorria apenas num local. As faixas de impactos resultantes podem ser pensadas conceptualmente como uma pegada acústica centrada no local de ruído onde os critérios de impactos PTS e TTS são cumpridos a distâncias cada vez maiores. Isto é mostrado esquematicamente na Figura AVI.15(a).

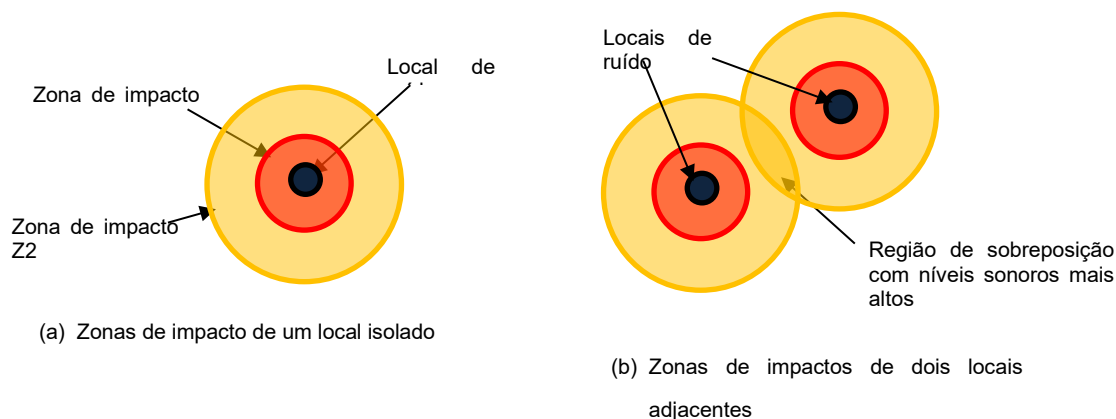


Figura AVI.15: Esquema que mostra (a) local gerador de ruído único e zonas de impactos; e (b) locais geradores de ruído adjacentes com zonas sobrepostas

Quando uma actividade geradora de ruído ocorre num segundo local relativamente próximo do primeiro, as zonas de pegada acústica individual podem sobrepor-se. Na região de sobreposição, os SPL (e, conseqüentemente, os SEL) serão maiores do que se apenas estivesse activo um local gerador de ruído. Isto pode ser considerado como um exemplo de uma exposição aditiva e é mostrado esquematicamente na Figura AVI.15(b).

A FLNG Coral Sul na parte Sul da Área 4 foi comissionada no final de 2022, estando agora plenamente operacional. Espera-se que a FLNG Coral Norte se torne operacional em 2027, quando a nova FLNG for instalada no seu local de atracação, localizado a uma distância de 12,9 km a Noroeste do local de Coral Sul. Conseqüentemente, as duas FLNG estarão atracadas nos seus respectivos locais ao mesmo tempo e pode haver ocasiões em que os propulsores das duas FLNG sejam usados ao mesmo tempo para operações de descarga e/ou helicóptero na respectiva FLNG. O ruído gerado por cada um tem o potencial de gerar zonas acústicas que podem sobrepor-se em maior ou menor grau. Os potenciais impactos cumulativos decorrentes do ruído operacional da FLNG gerados simultaneamente nos dois locais são discutidos a seguir.

AVI.6.3.1. Impactos Cumulativos de SEL e Nível B

A Figura AVI.16 mostra a variação no SPL gerado na FLNG N (denotado por SPL 1 na figura) isoladamente. Da mesma forma, a FLNG S (indicado por SPL 2) está localizado a uma separação de 12,9 km e a variação do SPL com a distância isolada também é mostrada. A uma distância de 10 km, a FLNG S contribui com relativamente pouca energia para o campo acústico nas

proximidades do FLNG N (e vice-versa). O SPL combinado (indicado por SPL_{tot}) é dado pela soma linear dos SPL. O SPL_{tot} é ponderado em m para ter em conta, neste caso, a sensibilidade auditiva dos cetáceos BF, e o SEL cumulativo é determinado para durações de exposição de 1 hora, 2 horas, 4 horas, 8 horas e 15 horas.

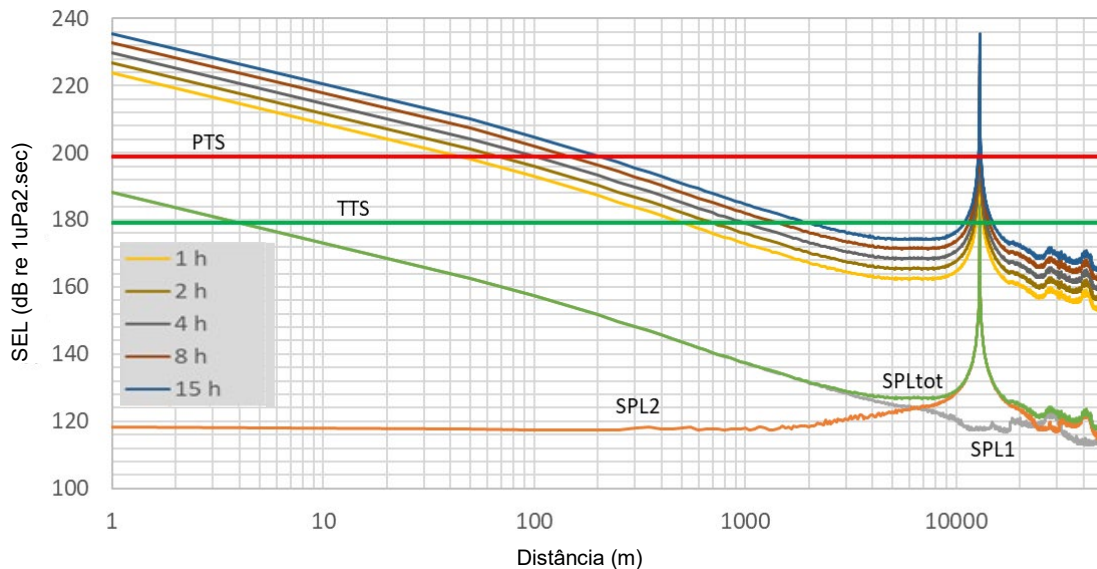


Figura AVI.16: SEL cumulativo em função da distância modelada para cetáceos de baixa frequência expostos ao ruído gerado durante operações simultâneas a partir das FLNG Coral Norte e Coral Sul

Para uma duração de exposição de 1 hora, o SEL acumulado (SEL_{cum}) cai de 223 dB re $1 \mu Pa^2 \cdot sec$ a 0 km para 199 dB re $1 \mu Pa^2 \cdot sec$ (correspondendo ao limiar que representa o início do PTS para o GAF de cetáceos de baixa frequência) a uma distância de 50 m da FLNG N. O SEL_{cum} diminui ainda mais até ao limiar que representa o início do TTS (179 dB re $1 \mu Pa^2 \cdot sec$) a uma distância de 550 m da FLNG N. Da mesma forma, na perspectiva da FLNG S, o SEL_{cum} cai para o limiar da PTS a uma distância de $(12900 - 50) = 12850$ m, e para o limiar do TTS a uma distância de $(12900 - 550) = 12350$ m da FLNG N, respectivamente. No primeiro caso, isto deixa um "corredor marítimo" de 12,85 km de largura em que o SEL_{cum} está abaixo do limiar do PTS enquanto no segundo caso, o corredor tem 12,35 km de extensão. Consideremos agora uma duração de exposição de 15 horas, o SEL_{cum} cai para os limiares PTS e TTS a aproximadamente 200 m e 2050 m da FLNG N, respectivamente. Isto leva a uma região sub-PTS entre as duas FLNG de 12,5 km e a uma região sub-TTS de 8,8 km

Da mesma forma, a variação do SEL_{cum} para um intervalo de duração de exposição é dada na Figura AVI.17 para cetáceos AF, na Figura AVI.18 para cetáceos MAF e na Figura AVI.19 para sirenia SI.

Para cada GAF de mamíferos marinhos, as distâncias em que o SEL_{cum} cai para os limiares de PTS e TTS e a largura das regiões sub-PTS e sub-TTS ou "intervalo" entre as duas instalações, são indicadas na Tabela AVI.18 até à Tabela AVI.21 para cada GAF de mamíferos marinhos.

Os resultados tabulados indicam que, em geral, a região entre as duas FLNG em que o SEL_{cum} não cumpre aos limiares de PTS nem TTS, diminui à medida que a duração da exposição aumenta. Mais especificamente, para o cetáceo AF (Tabela AVI.18), não há região do mar onde o SEL_{cum}

permaneça acima dos limiares que representam o início do PTS ou do TTS para qualquer uma das durações de exposição modeladas.

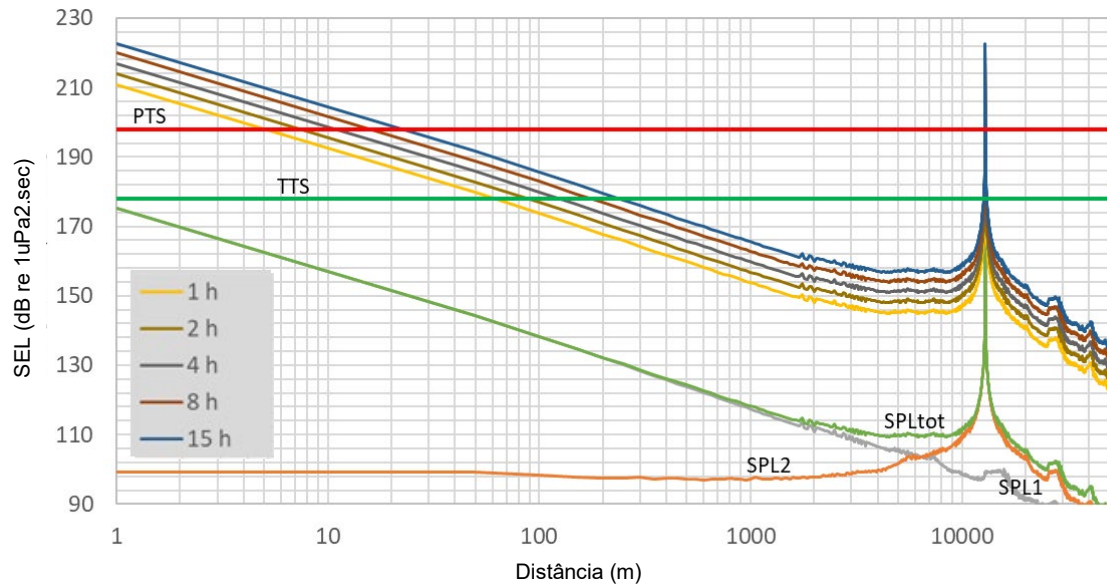


Figura AVI.17: SEL cumulativo em função da distância modelada para cetáceos de alta frequência expostos ao ruído gerado durante operações simultâneas a partir das FLNG Coral Norte e Coral Sul

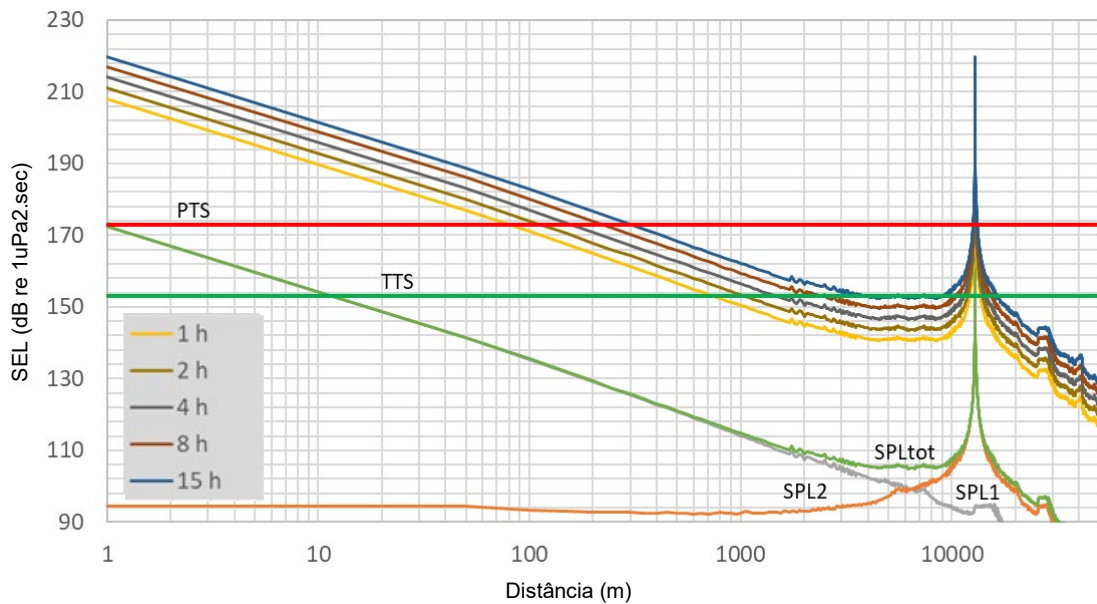


Figura AVI.18: SEL cumulativo em função da distância modelada para cetáceos de muito alta frequência expostos ao ruído gerado durante operações simultâneas a partir das FLNG Coral Norte e Coral Sul

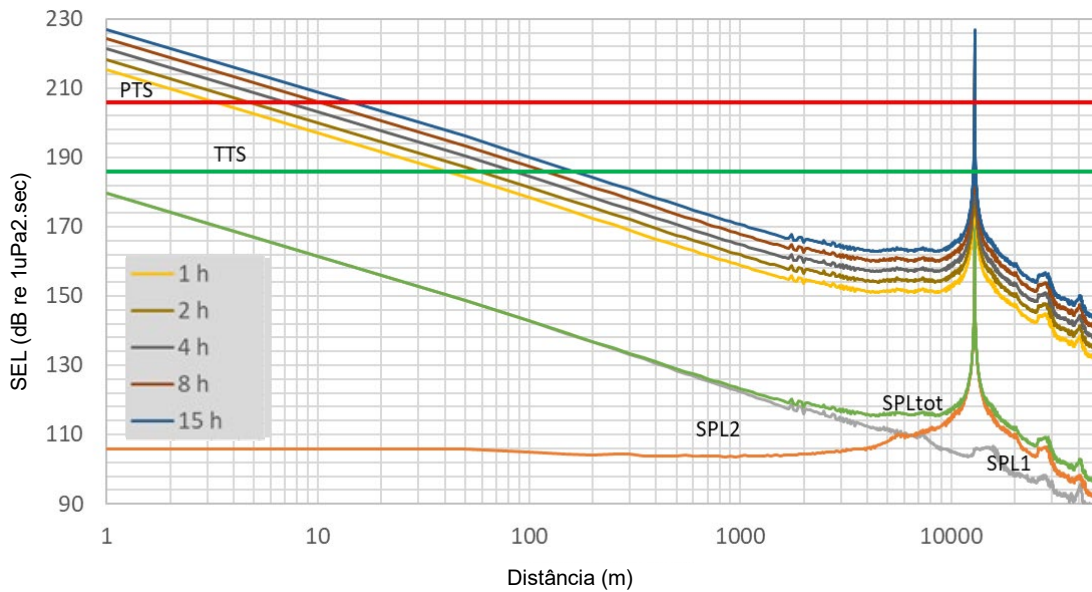


Figura AVI.19: SEL cumulativo em função da distância modelada para Sirenia expostos ao ruído gerado durante operações simultâneas a partir das FLNG Coral Norte e Coral Sul

A modelação de impactos discutida na Secção AVI.4 indica que o GAF de cetáceos AF é relativamente insensível ao ruído da FLNG. Como resultado, a Tabela AVI.19 mostra que para uma duração de exposição de 24 horas, o intervalo entre as FLNG através dos quais os animais podem passar onde o SEL_{cum} permanece abaixo dos limiares para PTS e TTS, não é menor em largura do que 12,8 km e 12,4 km, respectivamente.

O GAF de cetáceos MAF é o mais sensível dos mamíferos marinhos ao ruído do operacional da FLNG. Os resultados da modelação, dados na Tabela AVI.20, mostram que, durante um período operacional de 15 horas, o intervalo sub-PTS entre as duas plataformas FLNG permanece acima dos 12,2 km. No entanto, os resultados da modelação mostram que durante o mês de Agosto, por uma duração de exposição de 15 horas, o intervalo de sub-TTS fechou completamente.

Com uma duração de exposição de 15 horas, o SEL_{cum} excede frequentemente o limiar TTS na região entre as duas plataformas FLNG. Ao longo dos intervalos de 5 km a 10 km, o SEL_{cum} flutua entre 153 dB re 1 $\mu Pa^2 \cdot sec$ e 155 dB re 1 $\mu Pa^2 \cdot sec$. O SEL_{cum} só cai permanentemente abaixo do limiar do TTS a uma distância de 16,6 km da FLNG N (e daí 3,7 km da FLNG S).

O GAF SI sirenia é relativamente insensível ao ruído operacional da FLNG. A Tabela AVI.21 mostra que para uma duração de exposição de 24 horas, o intervalo entre as duas plataformas FLNG através dos quais os animais podem passar onde o SEL_{cum} permanece abaixo dos limiares para PTS e TTS, não é menor em largura do que 12,8 km e 12,5 km, respectivamente.

Os SPL cumulativos também podem dar origem a impactos comportamentais que são avaliados usando o critério de impactos de Nível B. Para o ruído de tipo contínuo, o limiar de Nível B é de 120 dB re 1 μPa rms e isto é aplicado a todos os agrupamentos de mamíferos marinhos usando SPL não ponderados. Tendo em conta o factor de conversão indicado na Secção AVI.3, o SPL cumulativo resultante de ambas as FLNG em funcionamento em simultâneo, é apresentado na Figura AVI.20.

Será observado que o SPL cumulativo mínimo na região entre as duas instalações permanece acima do limiar de Nível B em 6-7 dB. O SPL cumulativo acaba por descer abaixo do limiar de 35,8 km em Março, enquanto a distância correspondente para o mês de Agosto é de 36 km

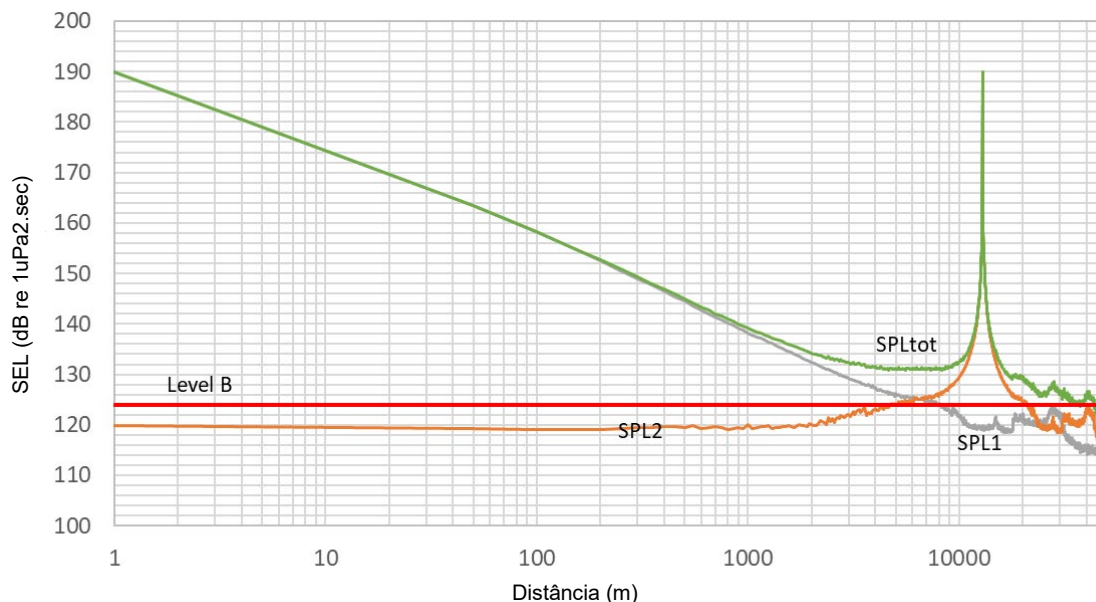


Figura AVI.20: SEL cumulativo em função da distância modelada para todos os agrupamentos de mamíferos marinhos expostos ao ruído gerado durante operações simultâneas a partir das FLNG Coral Norte e Coral Sul

Tabela AVI.18: Resumo das distâncias de impactos em metros e largura de um “corredor submarino” ou intervalo entre a FLNG N e a FLNG S para os cetáceos BF

Duração da exposição	Impacto	Limiar	Março		Agosto	
			Distância de impactos	Intervalo	Distância de impactos	Intervalo
1 hora	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$	50	12800	50	12800
	TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$	550	11800	600	11700
2 horas	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$	100	12700	100	12700
	TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$	750	11400	850	11200
4 horas	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$	150	12600	150	12600
	TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$	1050	10800	1200	10500
8 horas	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$	150	12600	150	12600
	TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$	1450	10000	1850	9200
15 horas	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$	200	12500	250	12400
	TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$	2050	8800	2750	7400

Tabela AVI.19: Resumo das distâncias de impactos em metros e largura de um “corredor submarino” ou intervalo entre a FLNG N e a FLNG S para os cetáceos AF

Duração da exposição	Impacto	Limiar	Março		Agosto	
			Distância de impactos	Intervalo	Distância de impactos	Intervalo
1 hora	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	50	12800	50	12800
	TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	100	12700	100	12700
2 horas	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	50	12800	50	12800
	TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	100	12700	100	12700
4 horas	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	50	12800	50	12800
	TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	150	12600	150	12600
8 horas	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	50	12800	50	12800
	TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	200	12500	200	12500
15 horas	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	50	12800	50	12800
	TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	250	12400	250	12400

Tabela AVI.20: Resumo das distâncias de impactos em metros e largura de um “corredor submarino” ou intervalo entre a FLNG N e a FLNG S para os cetáceos MAF

Duração da exposição	Impacto	Limiar	Março		Agosto	
			Distância de impactos	Intervalo	Distância de impactos	Intervalo
1 hora	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	100	12700	100	12700
	TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	750	11400	800	11300
2 horas	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	150	12600	150	12600
	TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	1100	10700	1150	10600
4 horas	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	200	12500	200	12500
	TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	1500	9900	2600	7700
8 horas	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	250	12400	250	12400
	TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	2400	8100	5100	2700
15 horas	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	300	12300	350	12200
	TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	3500	5900	18000	0

Tabela AVI.21: Resumo das distâncias de impactos em metros e largura de um “corredor submarino” ou intervalo entre a FLNG N e a FLNG S para Sirenia SI

Duração da exposição	Impacto	Limiar	Março		Agosto	
			Distância de impactos	Intervalo	Distância de impactos	Intervalo
1 hora	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	50	12800	50	12800
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	50	12800	50	12800
2 horas	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	50	12800	50	12800
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	100	12700	100	12700
4 horas	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	50	12800	50	12800
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	100	12700	100	12700
8 horas	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	50	12800	50	12800
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	150	12600	150	12600
15 horas	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	50	12800	50	12800
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	200	12500	200	12500

Anexo VI.A – Ruído do Navio Rebocador de Apoio e Manuseio de Âncoras

Tabela AVI.A.1: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído do Navio Rebocador de Apoio e Manuseio de Âncoras durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Todos MM	Nível B	120 dB re 1 μ Pa rms	343	357	351	344	392	355

Tabela AVI.A.2: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SEL ponderado em M caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído do Navio Rebocador de Apoio e Manuseio de Âncoras durante os meses de Março e Agosto

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
0,5 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
1 hora	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	43	4	<10	43	4
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
2 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	51	50	<10	51	50
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	51	50	<10	51	50
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	86	53	<10	86	53
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
8 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	86	53	<10	86	53
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	129	103	<10	129	103
	SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
12 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	102	99	<10	102	99
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	153	149	<10	153	149
	SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
24 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	153	149	<10	153	149
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	215	202	<10	215	202
	SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Tabela AVI.A.3: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para espécies de peixes expostos ao ruído do Navio Rebocador de Apoio e Manuseio de Âncoras durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Grupo de Peixes 3	Lesões Recuperáveis	170 dB re 1 μPa rms para exposição de 48 horas	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Grupo de Peixes 4	TTS	158 dB re 1 μPa rms para exposição de 12 horas	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Todos os peixes	Baixo nível de Comp.	150 dB re 1 μPa rms	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Tartarugas marinhas	Med. Comp.	175 dB re 1 μPa rms	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Anexo VI.B – Ruído do Navio de Perfuração

Tabela AVI.B.1: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído do Navio de Perfuração durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Todos MM	Nível B	120 dB re 1 μ Pa rms	245	258	252	245	258	252

Tabela AVI.B.2: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SEL ponderado em M caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído do Navio de Perfuração durante os meses de Março e Agosto

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
0,5 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
1 hora	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
2 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto			
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média	
8 horas		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	51	45	<10	51	45	
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	12 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
			TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	51	50	<10	51	50
		AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
			TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
TTS			153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
SI		PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
24 horas		BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
			TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	100	74	<10	100	61
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	

Tabela AVI.B.3: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para as espécies de peixes expostas ao ruído dos navios de perfuração durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Grupo de Peixes 3	Lesões Recuperáveis	170 dB re 1 μPa rms para exposição de 48 horas	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Grupo de Peixes 4	TTS	158 dB re 1 μPa rms para exposição de 12 horas	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Todos os peixes	Baixo nível de Comp.	150 dB re 1 μPa rms	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Tartarugas marinhas	Med. Comp.	175 dB re 1 μPa rms	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Anexo VI.C – Ruído do Navio de Instalação

Tabela AVI.C.1: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído do Navio de Instalação durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Todos MM	Nível B	120 dB re 1 μ Pa rms	2000	2346	2149	2000	2346	2151

Tabela AVI.C.2: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SEL ponderado em M caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído do Navio de Instalação durante os meses de Março e Agosto

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
0,5 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	43	51	50	43	51	50
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	43	51	50	43	51	50
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
1 hora	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	43	51	50	43	51	50
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	43	51	50	43	51	50
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
2 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	43	102	99	43	102	99
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	43	102	99	43	102	99
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	43	153	149	43	153	149
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	43	153	149	43	153	149
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
8 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	43	215	202	43	215	202
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	43	215	202	43	215	202
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
12 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	43	258	252	43	258	252
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	43	258	252	43	258	252
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
24 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	43	387	354	43	392	358
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	43	357	351	43	430	358
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Tabela AVI.C.3: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para espécies de peixes expostos ao ruído do Navio de Instalação durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Grupo de Peixes 3	Lesões Recuperáveis	170 dB re 1 μ Pa rms para exposição de 48 horas	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Grupo de Peixes 4	TTS	158 dB re 1 μ Pa rms para exposição de 12 horas	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Todos os peixes	Baixo nível de Comp.	150 dB re 1 μ Pa rms	43	51	50	43	51	50
Tartarugas marinhas	Med. Comp.	175 dB re 1 μ Pa rms	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Anexo VI.D – Ruído de Embarcação Multifunções

Tabela AVI.D.1: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído da Embarcação Multifunções durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Todos MM	Nível B	120 dB re 1 μ Pa rms	2907	3468	3188	2958	3440	3188

Tabela AVI.D.2: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SEL ponderado em M caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído da Embarcação Multifunções durante os meses de Março e Agosto

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto			
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média	
0,5 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	43	51	50	43	51	50	
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	43	51	50	43	51	50	
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	1 hora	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
			TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	43	102	99	43	102	99
AF		PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
MAF		PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	43	102	99	43	102	99	
SI		PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
2 horas		BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
			TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	43	150	115	43	153	120
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	43	153	149	43	153	149	
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	4 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
			TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	43	215	202	43	215	202
AF		PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
MAF		PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	43	215	202	43	215	202	
SI		PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10	

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
8 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	43	301	280	43	301	288
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	43	294	256	43	294	256
SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
12 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	43	357	351	43	357	351
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	43	357	351	43	350	338
SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
24 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	51	33	<10	51	45
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	43	516	503	43	516	503
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	51	50	<10	51	50
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	43	490	458	43	561	479
SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	

Tabela AVI.D.3: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para espécies de peixes expostos ao ruído da Embarcação Multifunções durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Grupo de Peixes 3	Lesões Recuperáveis	170 dB re 1 μPa rms para exposição de 48 horas	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Grupo de Peixes 4	TTS	158 dB re 1 μPa rms para exposição de 12 horas	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Todos os peixes	Baixo nível de Comp.	150 dB re 1 μPa rms	43	51	50	43	51	50
Tartarugas marinhas	Med. Comp.	175 dB re 1 μPa rms	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Anexo VI.E – Ruído da Embarcação de Abastecimento da Plataforma

Tabela AVI.E.1: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído da Embarcação de Abastecimento da Plataforma durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Todos MM	Nível B	120 dB re 1 μ Pa rms	1200	1326	1266	1200	1300	1266

Tabela AVI E. 2: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SEL ponderado em M caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído da Embarcação de Abastecimento da Plataforma durante os meses de Março e Agosto

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
0,5 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
1 hora	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	51	45	<10	51	45
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	51	50	<10	51	50
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
2 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	51	50	<10	51	50
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	51	50	<10	51	50
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	102	99	<10	102	99
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	102	99	<10	102	99
	SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
8 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	150	115	<10	153	120
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	153	149	<10	153	149
	SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
12 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	172	152	<10	172	152
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	172	152	<10	172	152
SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
	TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
24 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	258	252	<10	258	252
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	258	252	<10	258	252
	SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
TTS		186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10	

Tabela AVI.E.3: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para espécies de peixes expostos ao ruído da Embarcação de Abastecimento da Plataforma durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Grupo de Peixes 3	Lesões Recuperáveis	170 dB re 1 μ Pa rms para exposição de 48 horas	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Grupo de Peixes 4	TTS	158 dB re 1 μ Pa rms para exposição de 12 horas	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Todos os peixes	Baixo nível de Comp.	150 dB re 1 μ Pa rms	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Tartarugas marinhas	Med. Comp.	175 dB re 1 μ Pa rms	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Anexo VI.F – Ruído Operacional da FLNG

Tabela AVI.F.1: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído operacional da FLNG durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Todos MM	Nível B	120 dB re 1 μ Pa rms	8200	33100	19981	6783	27050	11271

Tabela AVI.F.2: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SEL ponderado em M caiu para o nível limiar para mamíferos marinhos expostos ao ruído operacional da FLNG durante os meses de Março e Agosto

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
0,5 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	343	357	351	343	357	351
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	43	4	<10	43	4
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	43	51	50	43	51	50
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	473	510	499	473	561	512
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
1 hora	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	43	4	<10	43	4
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	343	510	491	343	510	499
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	51	50	<10	51	50
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	43	51	50	43	51	50
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	473	700	689	473	784	730
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
2 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	51	50	<10	51	50
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	343	714	680	343	750	718
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	86	53	<10	86	53
	MAF	PTS	173 dB re 1 μ Pa ² .s	43	102	99	43	102	99
		TTS	153 dB re 1 μ Pa ² .s	473	969	953	473	1950	1180
	SI	PTS	206 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	51	50	<10	51	50
4 horas	BF	PTS	199 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	100	74	<10	100	61
		TTS	179 dB re 1 μ Pa ² .s	343	1000	969	343	1050	1031
	AF	PTS	198 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 μ Pa ² .s	<10	102	99	<10	102	99

Período operacional	GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
				Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	43	153	149	43	153	149
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	473	1323	1295	473	2989	2690
	SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	51	50	<10	51	50
8 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	129	103	<10	129	103
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	343	1428	1398	343	1500	1472
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	172	152	<10	172	152
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	43	215	202	43	215	202
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	473	2250	2050	473	4730	4354
	SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	<10	<10	<10	<10	<10
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	<10	102	99	<10	102	99
15 horas	BF	PTS	199 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	0	200	169	0	200	169
		TTS	179 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	343	2021	1937	343	2050	2021
	AF	PTS	198 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	0	0	0	0	0	0
		TTS	178 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	0	215	202	0	215	202
	MAF	PTS	173 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	43	258	252	43	258	252
		TTS	153 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	473	2924	2882	473	7956	7705
	SI	PTS	206 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	0	0	0	0	0	0
		TTS	186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$	0	153	149	0	153	149

Tabela AVI.F.3: Resumo das faixas de impactos em metros em que o SPL caiu para o nível limiar para espécies de peixes expostas ao ruído operacional da FLNG durante os meses de Março e Agosto

GAF	Impacto	Limiar	Março			Agosto		
			Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Grupo de Peixes 3	Lesões Recuperáveis	170 dB re 1 μPa rms para exposição de 48 horas	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Grupo de Peixes 4	TTS	158 dB re 1 μPa rms para exposição de 12 horas	43	51	50	43	51	50
Todos os peixes	Baixo nível de Comp.	150 dB re 1 μPa rms	147	172	152	147	172	152
Tartarugas marinhas	Med. Comp.	175 dB re 1 μPa rms	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Anexo VII – Modelação de Descargas Marinhas

AVII.1. Condições do Local

AVII.1.1. Dados Batimétricos e Topográficos

Os seguintes dados batimétricos foram considerados para a modelação de descargas marinhas:

- Dados de batimetria específicos do projecto (levantados a intervalos de contorno de 5 m de profundidade);
- Gráfico Batimétrico Geral dos Oceanos (GEBCO - *General Bathymetric Chart of the Oceans*) que fornece dados batimétricos e topográficos digitais (GEBCO Compilation Group, 2023) que cobrem a área de estudo.

Foram utilizados dados batimétricos digitais do GEBCO para complementar os dados de batimetria específicos do projecto. Todos os dados batimétricos apresentados neste relatório são definidos em relação ao CD. A Figura AVII.1 mostra a cobertura dos dados batimétricos nas proximidades do local do projecto.

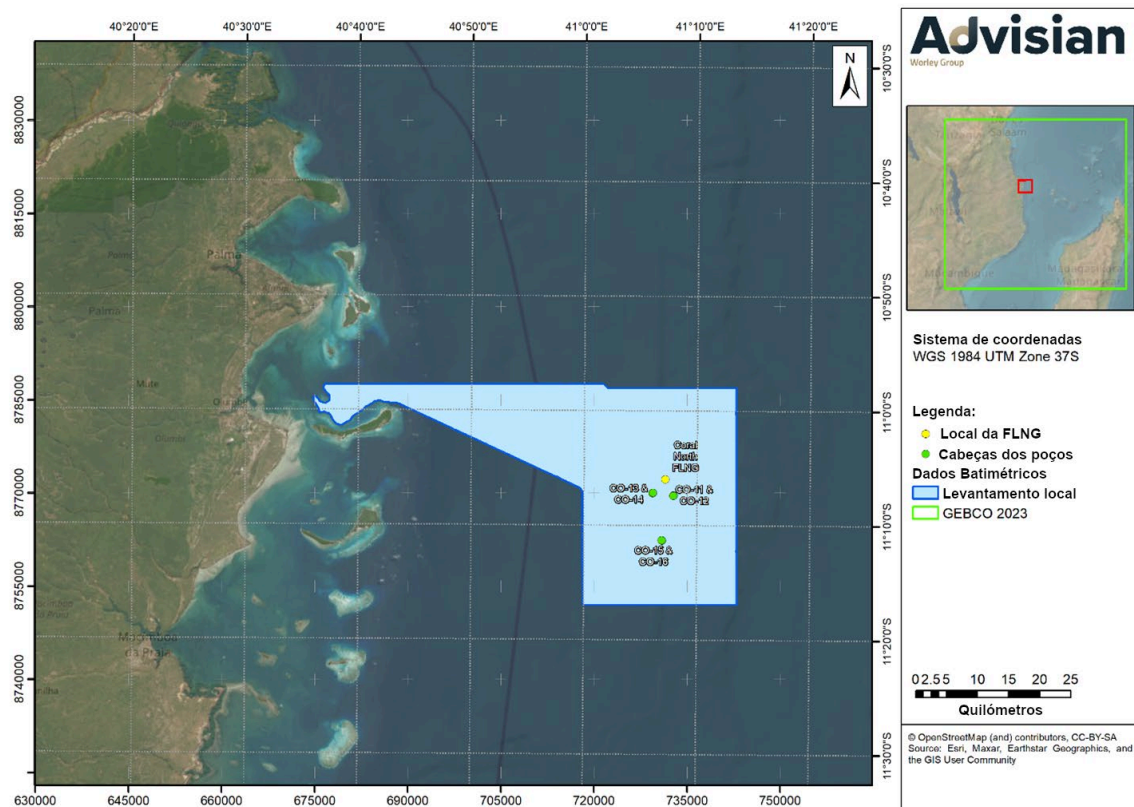


Figura AVII.1: Localização e extensões de fontes de dados batimétricos e topográficos

AVII.1.2. Dados Metoceânicos

As localizações relevantes dos dados metoceânicos disponíveis, incluindo os dados do vento, do nível da água e da corrente, estão indicadas na Figura AVII.2, enquanto os detalhes destas fontes de dados estão resumidos na Tabela AVII.1.

Tabela AVII.1: Fontes de dados metoceânicos

Tipo de Dados	ID da Localização	Este (m UTM 37S)	Norte (m UTM 37S)	Período dos Dados	Fonte
Dados de Hindcast do Vento	W1	731 508	8 772 185	01/01/2011 – 01/01/2023	NOAA CFSv2
Dados Medidos do Vento	W2	726 921	8 761 734	15/03/2013 – 17/01/2014	(Fugro, 2013)
Dados de Marés	-(a)	-	-	-	(eni, 2014)
Níveis da Água Medidos	Pemba	661 253	8 565 897	19/04/2007 – 28/06/2013	UHSLC
Correntes Hindcast	C1	729 429	8 778 792	01/01/2013 – 31/12/2013	HYCOM
	C2	729 367	8 769 941		
	C3	729 304	8 761 089		
Correntes Medidas	C4	722 988	8 763 412	09/03/2013 – 02/02/2014	(Fugro, 2013)

Nota a) Não foram dadas coordenadas exactas para os dados do plano das marés nas proximidades do projecto.

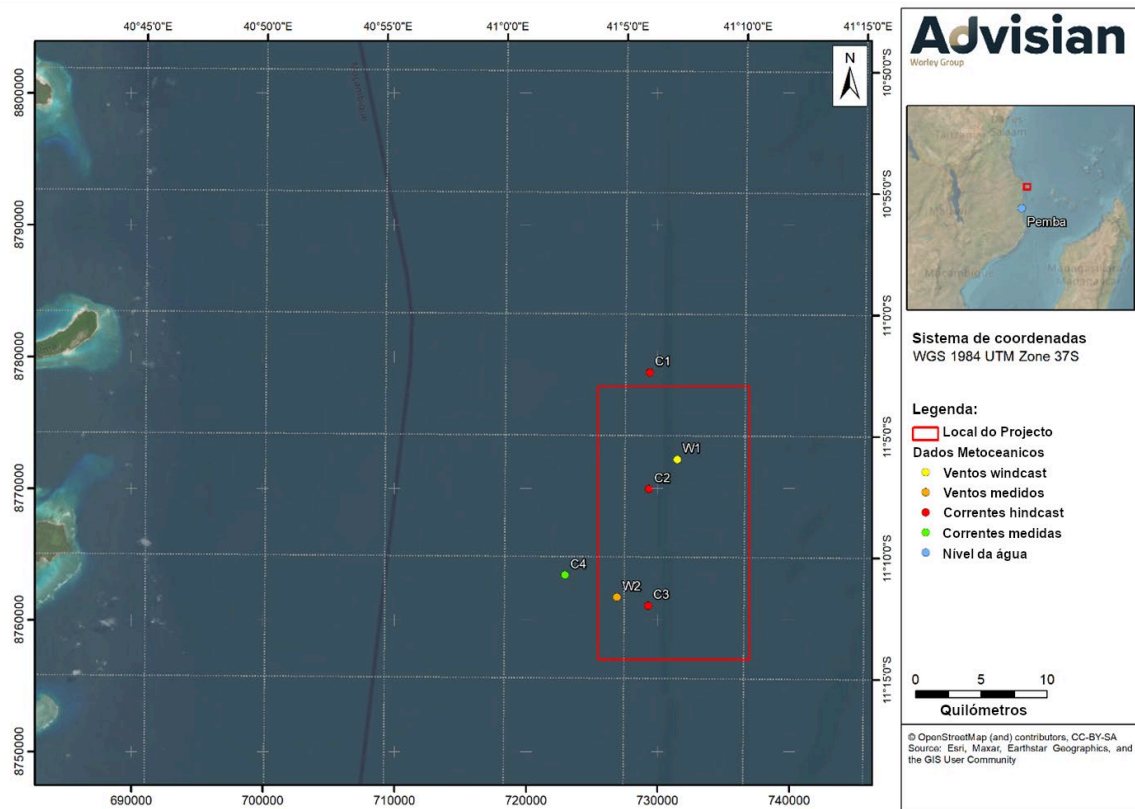


Figura AVII.2: Pontos de dados metoceânicos (ver Tabela AVII.1)

AVII.1.2.1. Clima Eólico de Alto Mar

AVII.1.2.1.1. Conjunto de Dados Hindcast do CFSv2

Os dados de vento a longo prazo no ponto W1 foram extraídos da base de dados de hindcast do Sistema de Previsão Climática Versão 2 (CFSv2 - *Climate Forecast System Version 2*), que é desenvolvida e administrada pela Administração Nacional para o Oceano e a Atmosfera (NOAA). Os dados consistem em séries temporais de 13 anos (2011-2023) de componentes de vento por hora (ou seja, velocidades e direcções do vento).

O clima do vento extraído no ponto W1 é representado na forma de rosas do vento com uma média anual e uma divisão por mês (ver Figura AVII.3). A Tabela AVII.2 mostra a frequência anual conjunta de ocorrência da velocidade do vento e da direcção do vento; enquanto a frequência mensal de ocorrência das velocidades do vento é fornecida na Tabela AVII.3. Os dados do vento extraídos de W1 são referenciados a uma altura padrão de 10 m acima do solo. O sombreado na Tabela AVII.2 e na Tabela AVII.3 representa valores baixos (brancos) a altos (verdes) para auxiliar na interpretação dos principais intervalos de ocorrência.

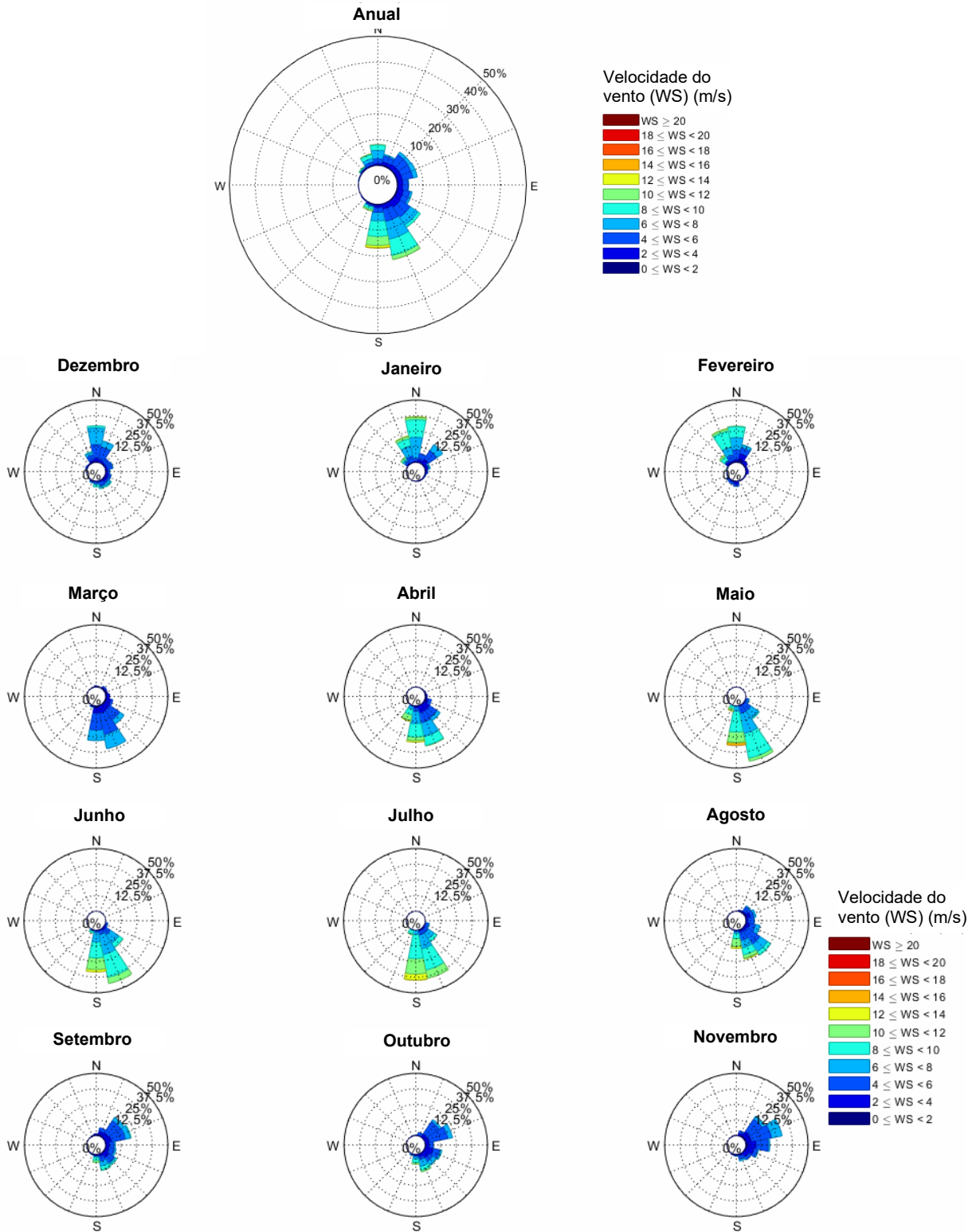


Figura AVII.3: Rosas de vento baseadas nas séries temporais de vento de 1 hora extraídas de W1 (divisão anual e mensal)

Tabela AVII.2: Frequência anual de ocorrência para componentes de vento com média horária de 1 hora (velocidade do vento vs. direcção do vento) em W1

Anual		Velocidade do vento (WS) (m/s)													All WS	Cum WS	
		0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	20 - 22	22 - 24	> 24			
Direcção do vento (WD) (°N)	N	0.19%	0.58%	1.77%	3.33%	2.02%	0.19%	0.05%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8.14%	8.14%
	NNE	0.39%	1.16%	2.34%	0.63%	0.02%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4.54%	12.68%
	NE	0.26%	1.76%	4.46%	1.28%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7.76%	20.44%
	ENE	0.34%	1.79%	4.20%	1.70%	0.06%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8.09%	28.54%
	E	0.35%	1.77%	2.03%	0.31%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4.46%	33.00%
	ESE	0.39%	2.16%	2.61%	0.86%	0.05%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6.06%	39.06%
	SE	0.27%	2.59%	4.65%	3.61%	1.16%	0.02%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	12.30%	51.36%
	SSE	0.24%	1.79%	4.81%	7.04%	6.39%	1.60%	0.08%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	21.95%	73.31%
	S	0.27%	0.87%	1.99%	3.29%	5.97%	3.53%	0.87%	0.17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	16.95%	90.26%
	SSW	0.16%	0.23%	0.43%	0.37%	0.96%	0.64%	0.10%	0.02%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2.91%	93.17%
	SW	0.06%	0.11%	0.13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.30%	93.47%
	WSW	0.03%	0.02%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.07%	93.54%
	W	0%	0%	0.05%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.06%	93.60%
	WNW	0.07%	0.01%	0.08%	0.06%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.22%	93.81%
	NW	0.03%	0.26%	0.26%	0.15%	0.38%	0.25%	0%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.35%	95.16%
NNW	0.14%	0.27%	1.12%	1.37%	1.58%	0.30%	0.07%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4.84%	100.00%	
All WD	3.21%	15.39%	30.93%	23.99%	18.58%	6.53%	1.16%	0.21%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Cum WD	3.21%	18.59%	49.53%	73.52%	92.10%	98.63%	99.79%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%			

Tabela AVII.3: Frequência mensal de ocorrência para velocidades médias do vento de 1 horas em W1

		Mês											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Velocidade do vento (WS) (m/s)	≤ 2	0.10%	0.41%	0.63%	0.29%	0%	0.03%	0.05%	0.40%	0.45%	0.10%	0.47%	0.29%
	2 - 4	1.08%	1.54%	2.00%	1.27%	0.11%	0.29%	0.15%	1.05%	1.97%	2.03%	2.41%	1.48%
	4 - 6	2.10%	1.84%	3.73%	1.80%	1.15%	0.84%	0.75%	3.12%	3.68%	3.97%	4.03%	3.92%
	6 - 8	2.88%	1.55%	2.13%	2.18%	2.47%	2.67%	1.84%	1.81%	1.32%	1.58%	1.31%	2.25%
	8 - 10	1.81%	1.99%	0%	1.86%	3.42%	2.99%	3.62%	1.13%	0.65%	0.55%	0%	0.56%
	10 - 12	0.43%	0.31%	0%	0.65%	1.06%	1.23%	1.67%	0.78%	0.15%	0.25%	0%	0%
	12 - 14	0.09%	0.02%	0%	0.17%	0.10%	0.16%	0.40%	0.21%	0%	0.01%	0%	0%
	14 - 16	0%	0.01%	0%	0%	0.17%	0%	0.02%	0%	0%	0%	0%	0%
	16 - 18	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	18 - 20	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	20 - 22	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	22 - 24	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	> 24	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

AVII.1.2.1.2. Conjunto de Dados Medidos pela Fugro

As medições do vento foram obtidas no local W2 (ver Figura AVII.2) nas proximidades do local do projecto durante uma campanha de medição realizada pela Fugro (2013). O período de medição foi compreendido entre 15 de Março de 2013 e 17 de Janeiro de 2014 e os dados foram reduzidos a condições padrão de valores médios de 1 hora a 10 m de altitude. Tendo em conta as lacunas, a duração efectiva do conjunto de dados é de 8,4 meses (aproximadamente 77%).

O clima do vento no local de medição é representado na forma de rosas do vento indicando a velocidade e direcção do vento. A Figura AVII.4 representa as rosas do vento. A frequência anual conjunta das tabelas de ocorrência dos componentes do vento (ou seja, velocidade e direcção do vento) é fornecida na Tabela AVII.4; enquanto a frequência mensal de ocorrência das velocidades do vento é fornecida na Tabela AVII.5.

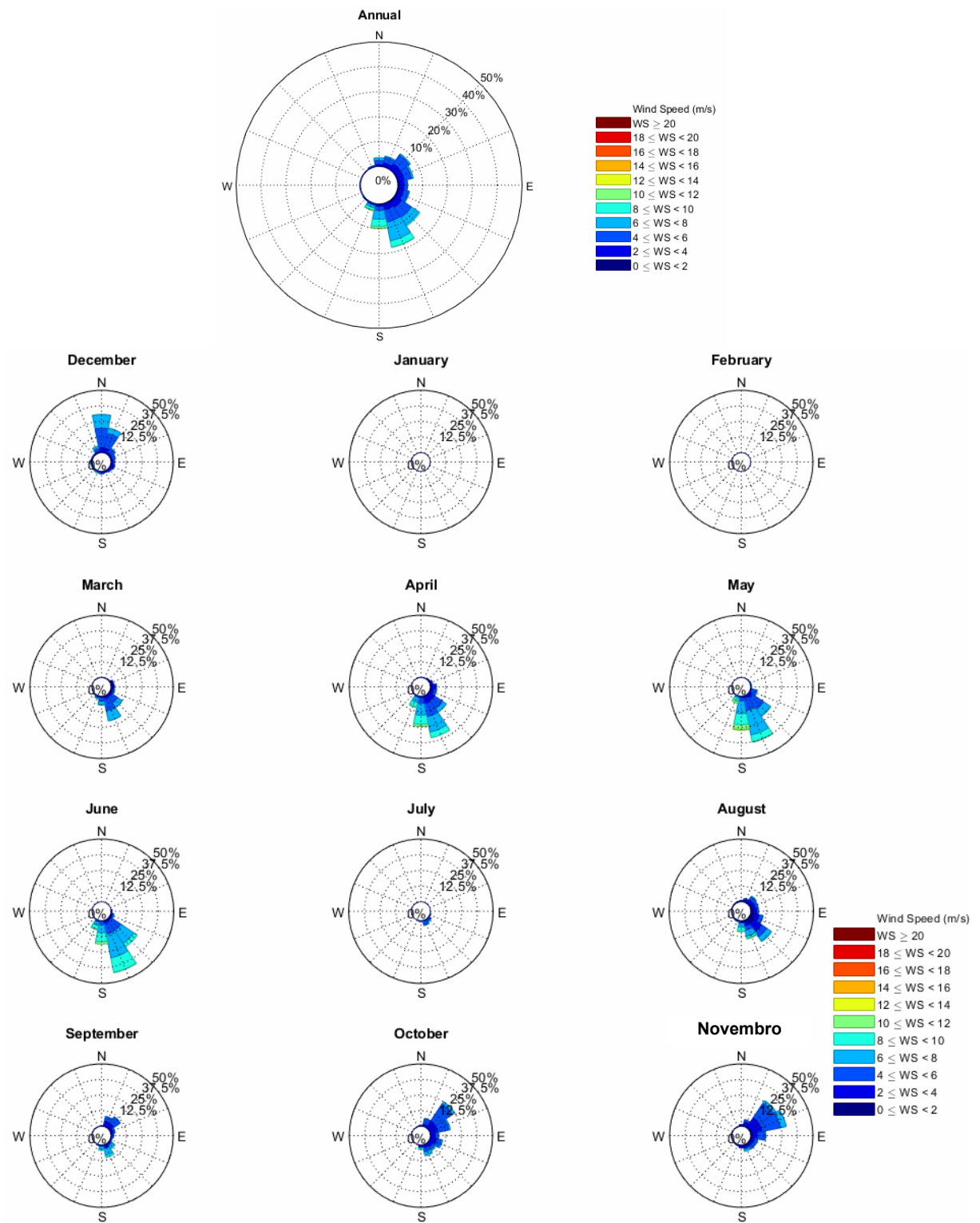


Figura AVII.4: Rosas de vento baseadas nas séries temporais medidos na W2 (divisão anual e mensal)

Tabela AVII.4: Frequência anual de ocorrência para componentes de vento (velocidade do vento vs. direcção do vento) na W2

Anual		Velocidade do vento (WS) (m/s)													All WS	Cum WS		
		0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	20 - 22	22 - 24	> 24				
Direcção do vento (WD) (°N)	N	0.24%	0.57%	1.61%	1.12%	0.02%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3.56%	3.56%
	NNE	0.21%	1.42%	2.24%	0.57%	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4.46%	8.02%
	NE	0.28%	2.49%	4.27%	0.66%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7.70%	15.72%
	ENE	0.43%	2.30%	3.06%	0.74%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6.54%	22.26%
	E	0.60%	1.88%	1.39%	0.11%	0.02%	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4.00%	26.25%
	ESE	0.60%	1.87%	2.04%	0.44%	0.07%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5.02%	31.27%
	SE	0.70%	2.61%	4.77%	3.62%	0.56%	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	12.27%	43.54%
	SSE	0.42%	2.13%	5.12%	7.63%	2.58%	0.14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	18.02%	61.55%
	S	0.27%	0.69%	1.64%	3.62%	2.88%	0.80%	0.06%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9.96%	71.52%
	SSW	0.16%	0.16%	0.48%	1.01%	0.99%	0.28%	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3.09%	74.61%
	SW	0.11%	0.17%	0.14%	0.07%	0.02%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.51%	75.12%
	WSW	0.08%	0.11%	0.06%	0.02%	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.27%	75.39%
	W	0.08%	0.12%	0.06%	0.02%	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.29%	75.67%
	WNW	0.10%	0.07%	0.03%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.21%	75.89%
	NW	0.12%	0.05%	0.03%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.21%	76.10%
	NNW	0.12%	0.11%	0.22%	0.23%	0.01%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.69%	76.78%
All WD	4.53%	16.76%	27.15%	19.89%	7.16%	1.23%	0.06%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Cum WD	4.53%	21.28%	48.44%	68.33%	75.49%	76.72%	76.78%	76.78%	76.78%	76.78%	76.78%	76.78%	76.78%	76.78%				

Tabela AVII.5: Frequência mensal de ocorrência para velocidades do vento na W2

		Mês											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Velocidade do vento (WS) (m/s)	≤ 2	0%	0%	0.61%	0.35%	0.08%	0.15%	0%	1.60%	0.29%	0.25%	0.99%	0.25%
	2 - 4	0%	0%	0.81%	1.95%	0.69%	0.47%	0.06%	2.90%	1.48%	3.02%	3.25%	2.14%
	4 - 6	0%	0%	2.22%	2.76%	2.90%	2.28%	0.59%	1.97%	1.51%	4.29%	4.35%	4.28%
	6 - 8	0%	0%	1.69%	2.98%	4.03%	4.11%	0.22%	1.43%	1.22%	1.06%	1.07%	2.09%
	8 - 10	0%	0%	0.10%	1.53%	1.77%	2.51%	0%	0.59%	0.36%	0.23%	0.01%	0.06%
	10 - 12	0%	0%	0.00%	0.24%	0.60%	0.28%	0%	0.09%	0%	0%	0.00%	0.01%
	12 - 14	0%	0%	0%	0.00%	0.06%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	14 - 16	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	16 - 18	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	18 - 20	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	20 - 22	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	22 - 24	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	> 24	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

AVII.1.2.2. Níveis da Água

AVII.1.2.2.1. Planos das Marés Astronómicas

As marés no local do projecto são predominantemente semidiurnas e os planos das marés estão resumidos na Tabela AVII.6. Uma faixa de maré de -2,12 a 2,24 m MSL é indicada entre a Maré Astronómica mais Baixa (LAT) e a Maré Astronómica mais Alta (HAT).

Tabela AVII.6: Plano de maré no local do projecto

Plano de maré	Abrev.	m MSL	m CD (LAT)
Maré Astronómica mais Alta	HAT	2,24	4,36
Média das Marés de Águas-vivas altas	MHWS	1,79	3,91
Média das Marés de Águas-mortas altas	MHWN	0,46	2,58
Nível Médio do Mar	MSL	0,00	2,12
Média das Marés de Águas-mortas baixas	MLWN	-0,52	1,60
Média das Marés de Águas-vivas baixas	MLWS	-1,74	0,38

Plano de maré	Abrev.	m MSL	m CD (LAT)
Maré Astronómica mais Baixa	LAT	-2,12	0,00

AVII.1.2.2.2. Níveis da Água

As medições das marés realizadas no Porto de Pemba (ponto de Pemba na Figura AVII.2) foram obtidas no Centro de Nível da Água do Mar da Universidade do Havai (UHSLC). O conjunto de dados de nível médio da água disponível por hora abrange o período de 19 de Abril de 2007 a 28 de Junho de 2013. Os níveis de água por hora representam a média dos valores de quinze minutos tomados aos 7,5 minutos antes e depois da hora. Tendo em conta as lacunas, a duração efectiva do conjunto de dados é de 3 anos. A faixa de maré medida varia entre 0,2 m CD (durante as marés de águas mortas) e 4,2 m CD (durante as marés de águas-vivas).

A série temporal dos níveis de água necessários como condições de contorno para o modelo hidrodinâmico foi extraída do Global Tide Model desenvolvido pela DHI MIKE, o que representa os principais constituintes diurnos (K1, O1, P1 e Q1) e semidiurno das marés (M2, S2, N2 e k2) com uma resolução espacial de 0,25° x 0,25° com base nos dados de altimetria TOPEX/POSEIDON.

Foi realizada uma comparação entre os níveis de água extraídos do Global Tide Model e os dados medidos da UHSLC em Pemba, conforme ilustrado na Figura AVII.5, que confirma que os níveis de água medidos estão razoavelmente bem reproduzidos pelo modelo.

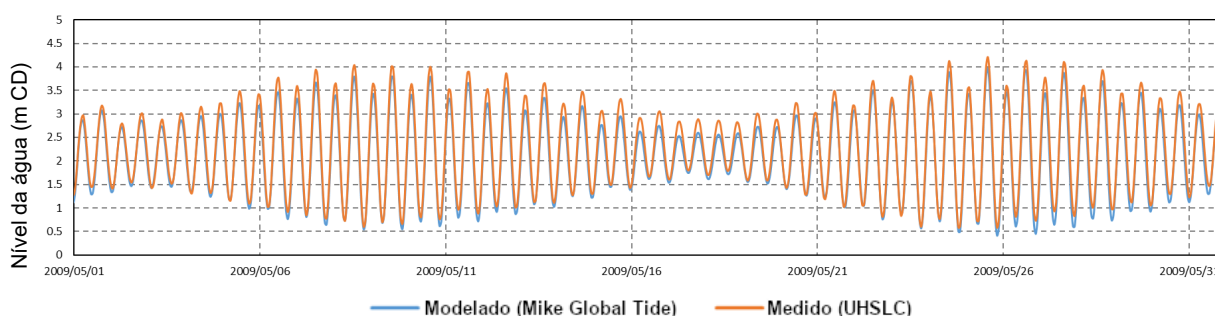


Figura AVII.5: Comparação dos níveis de água medidos e modelados extraídos do Global Tide Model no porto de Pemba

É fornecido um exemplo da série temporal do nível de água extraída no local do projecto.

Com base nos níveis de água extraídos do Global Tide Model, as marés no local do projecto são classificadas como semidiurnas, conforme ilustrado na Figura AVII.6, com uma faixa máxima de nível de água de aproximadamente 4 m.

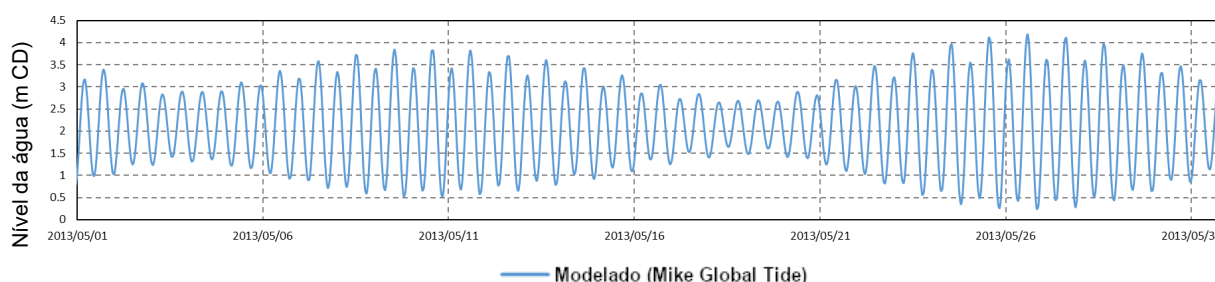


Figura AVII.6: Exemplo de variação do nível da água nas proximidades do local do projecto, como extraído do Global Tide Model

AVII.1.2.3. Correntes

AVII.1.2.3.1. Conjunto de Dados Hindcast do HYCOM

Os dados hindcast de correntes a longo prazo foram extraídos da base de dados hindcast do Modelo Híbrido de Coordenadas Oceânicas (HYCOM - *Hybrid Coordinate Ocean Model*), que é patrocinada pelo Programa Nacional de Parceria Oceânica (NOPP) como parte da Global Ocean Data Assimilation Experiment dos EUA (GODAE). Só foi extraído o período de Janeiro de 2013 a Dezembro de 2013.

O clima de correntes nos locais extraídos (ver Figura AVII.2) é representado na forma de rosas de correntes indicando a velocidade e a direcção da corrente para correntes com média de profundidade. A Figura AVII.7, a Figura AVII.8 e a Figura AVII.9 representam rosas de correntes para os locais C1, C2 e C3, respectivamente. As tabelas de frequência conjunta anual de ocorrência dos componentes de corrente de 3 horas por dia (ou seja, velocidade e direcção da corrente) são fornecidas na Tabela AVII.7, Tabela AVII.8, e Tabela AVII.9, para as localizações C1, C2, e C3, respectivamente.

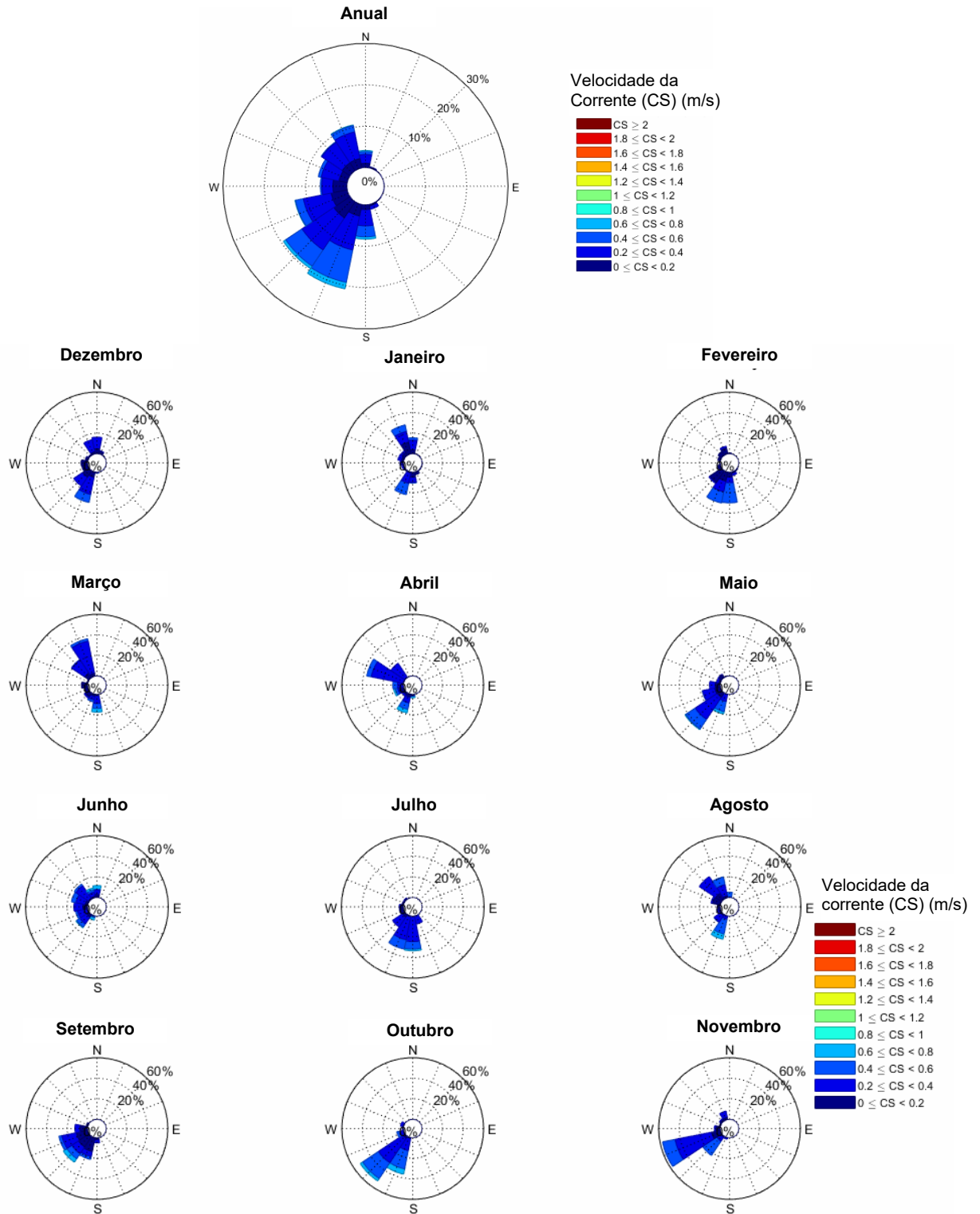


Figura AVII.7: Rosas de correntes anuais e mensais com base nas séries temporais de correntes de três horas extraídas do HYCOM no local C1

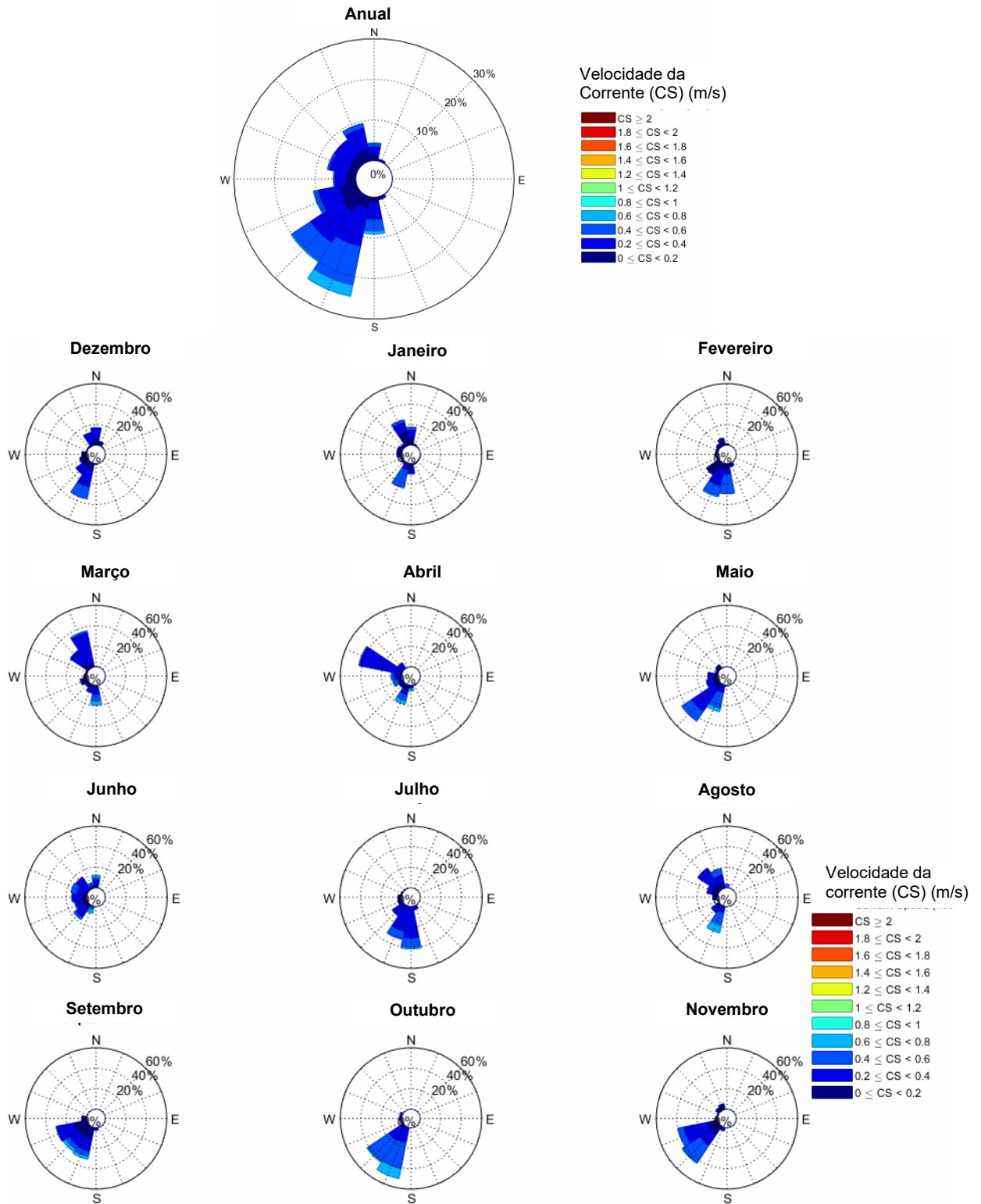


Figura AVII.8: Rosas de correntes anuais e mensais com base nas séries temporais de correntes de três horas extraídas do HYCOM no local C2

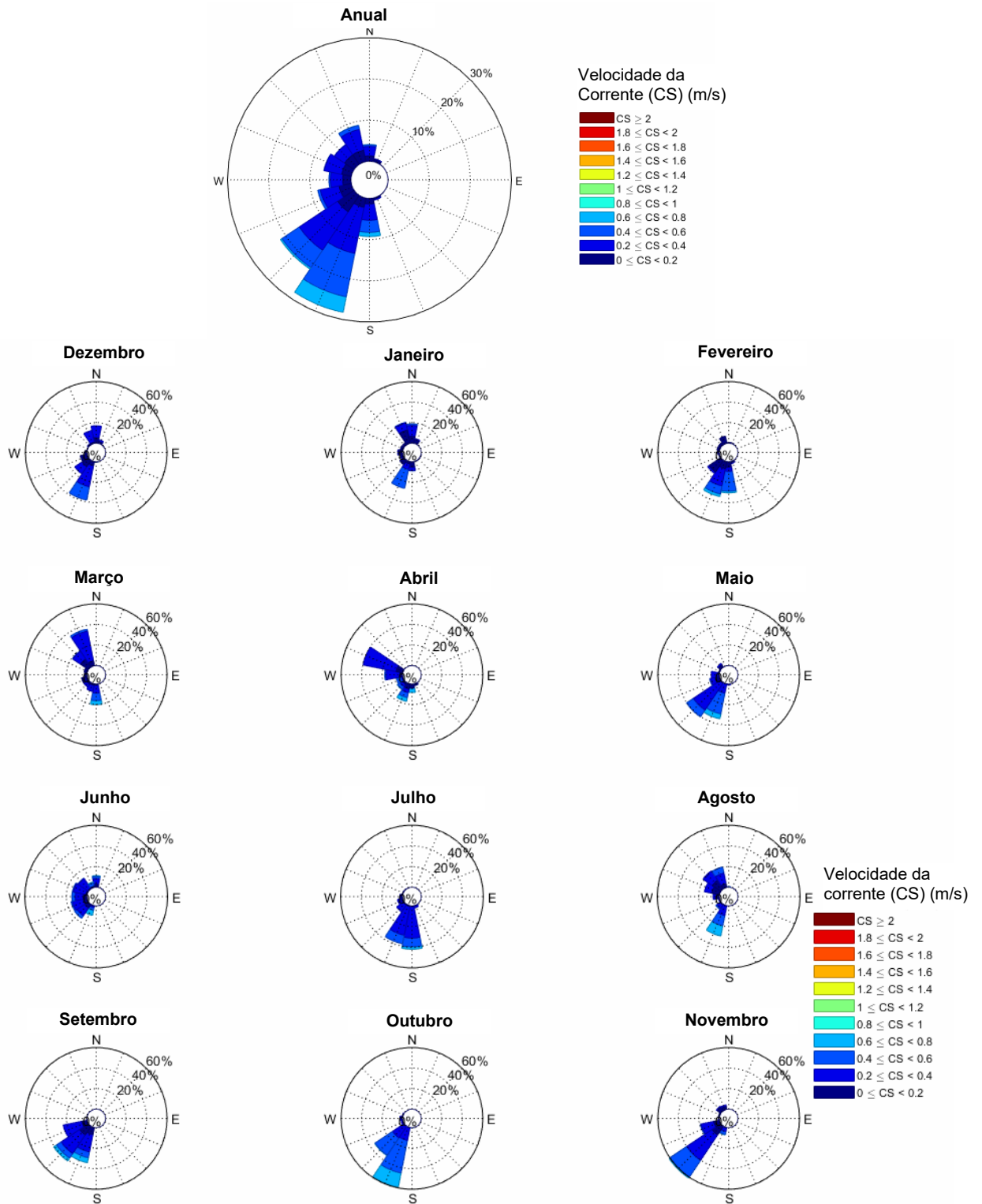


Figura AVII.9: Rosas de correntes anuais e mensais com base nas séries temporais de correntes de três horas extraídas do HYCOM no local C3

Tabela AVII.7: Frequência anual de ocorrência para componentes de corrente média horária de 3 hora extraídos do HYCOM em C1. O sombreado representa uma frequência baixa (branco) a alta (verde)

Anual	Velocidade da corrente (CS) (m/s)										All CS	Cum CS	
	0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	0.4 - 0.5	0.5 - 0.6	0.6 - 0.7	0.7 - 0.8	0.8 - 0.9	> 0.9			
Direção da corrente (CD) (°N)	N	0.34%	0.69%	1.68%	0.48%	0.31%	0.34%	0.31%	0%	0%	0%	4.15%	4.15%
	NNE	0.03%	0.21%	0.03%	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.31%	4.46%
	NE	0.03%	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.07%	4.53%
	ENE	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00%	4.53%
	E	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%	4.56%
	ESE	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%	4.60%
	SE	0.07%	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.10%	4.70%
	SSE	0.17%	0.17%	0.24%	0.62%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.20%	5.90%
	S	0.31%	0.82%	1.85%	2.09%	1.58%	1.06%	0.58%	0%	0%	0%	8.30%	14.20%
	SSW	0.38%	2.47%	4.63%	3.70%	5.49%	2.50%	1.51%	0.10%	0%	0%	20.78%	34.98%
	SW	1.03%	3.67%	6.21%	3.09%	3.53%	1.20%	0.72%	0%	0%	0%	19.44%	54.42%
	WSW	0.34%	3.64%	5.21%	1.65%	1.58%	0.38%	0.14%	0%	0%	0%	12.93%	67.35%
	W	0.62%	2.78%	2.19%	0.48%	0.10%	0.27%	0%	0%	0%	0%	6.45%	73.80%
	WNW	0.38%	1.65%	2.71%	1.68%	0.65%	0.10%	0%	0%	0%	0%	7.17%	80.97%
NW	0.21%	2.06%	4.46%	1.51%	0.21%	0%	0%	0%	0%	0%	8.44%	89.40%	
NNW	0.24%	2.06%	3.74%	2.81%	1.23%	0.34%	0.17%	0%	0%	0%	10.60%	100.00%	
All CD	4.22%	20.27%	32.96%	18.14%	14.68%	6.21%	3.43%	0.10%	0.00%	0.00%			
Cum CD	4.22%	24.49%	57.44%	75.58%	90.26%	96.47%	99.90%	100.00%	100.00%	100.00%			

Tabela AVII.8: Frequência anual de ocorrência para componentes de corrente média horária de 3 hora extraídos do HYCOM em C2. O sombreado representa uma frequência baixa (branco) a alta (verde)

Anual	Velocidade da corrente (CS) (m/s)										All CS	Cum CS	
	0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	0.4 - 0.5	0.5 - 0.6	0.6 - 0.7	0.7 - 0.8	0.8 - 0.9	> 0.9			
Direção da corrente (CD) (°N)	N	0.27%	1.10%	1.41%	0.62%	0.45%	0.34%	0.21%	0%	0%	0%	4.39%	4.39%
	NNE	0.03%	0.27%	0.10%	0.07%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.48%	4.87%
	NE	0.03%	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.07%	4.94%
	ENE	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00%	4.94%
	E	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%	4.97%
	ESE	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%	5.01%
	SE	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%	5.04%
	SSE	0.21%	0.10%	0.14%	0.27%	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0.75%	5.80%
	S	0.27%	0.93%	1.82%	2.40%	1.61%	1.30%	0.75%	0%	0%	0%	9.09%	14.88%
	SSW	0.38%	2.30%	6.07%	3.57%	6.24%	3.53%	2.61%	0.27%	0%	0%	24.97%	39.85%
	SW	0.93%	4.01%	6.34%	2.95%	3.84%	1.58%	0.41%	0.03%	0%	0%	20.10%	59.95%
	WSW	0.51%	3.50%	4.29%	1.13%	0.79%	0.41%	0.10%	0%	0%	0%	10.73%	70.68%
	W	0.72%	1.71%	2.26%	0.45%	0.27%	0.10%	0%	0%	0%	0%	5.52%	76.20%
	WNW	0.31%	1.65%	2.98%	1.68%	0.48%	0.14%	0%	0%	0%	0%	7.24%	83.44%
NW	0.24%	2.06%	3.64%	1.17%	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	7.13%	90.57%	
NNW	0.34%	2.43%	3.70%	1.71%	0.89%	0.27%	0.07%	0%	0%	0%	9.43%	100.00%	
All CD	4.36%	20.10%	32.75%	16.02%	14.64%	7.68%	4.15%	0.31%	0.00%	0.00%			
Cum CD	4.36%	24.45%	57.20%	73.22%	87.86%	95.54%	99.69%	100.00%	100.00%	100.00%			

Tabela AVII.9: Frequência anual de ocorrência para componentes de corrente média horária de 3 hora extraídos do HYCOM em C3. O sombreado representa uma frequência baixa (branco) a alta (verde)

Anual	Velocidade da corrente (CS) (m/s)										All CS	Cum CS	
	0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	0.4 - 0.5	0.5 - 0.6	0.6 - 0.7	0.7 - 0.8	0.8 - 0.9	> 0.9			
Direcção da corrente (CD) (°N)	N	0.34%	0.96%	1.37%	0.96%	0.21%	0.17%	0.07%	0%	0%	0%	4.08%	4.08%
	NNE	0.07%	0.48%	0.14%	0.10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.79%	4.87%
	NE	0%	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%	4.90%
	ENE	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00%	4.90%
	E	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00%	4.90%
	ESE	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%	4.94%
	SE	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%	4.97%
	SSE	0.10%	0.17%	0.14%	0.17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.58%	5.56%
	S	0.38%	0.96%	1.71%	2.26%	1.58%	1.34%	0.89%	0.14%	0%	0%	9.26%	14.81%
	SSW	0.51%	1.78%	6.65%	4.73%	5.69%	5.04%	3.12%	0.72%	0%	0%	28.26%	43.07%
	SW	0.99%	3.81%	6.76%	4.46%	3.33%	1.75%	0.45%	0%	0%	0%	21.54%	64.61%
	WSW	0.62%	2.43%	4.05%	0.58%	0.58%	0.07%	0%	0%	0%	0%	8.33%	72.94%
	W	0.45%	1.58%	2.16%	0.82%	0.31%	0.07%	0%	0%	0%	0%	5.38%	78.33%
	WNW	0.34%	2.02%	2.74%	1.65%	0.07%	0%	0%	0%	0%	0%	6.82%	85.15%
	NW	0.34%	2.43%	2.09%	0.89%	0.07%	0%	0%	0%	0%	0%	5.83%	90.98%
NNW	0.41%	2.40%	3.74%	1.41%	0.75%	0.24%	0.07%	0%	0%	0%	9.02%	100.00%	
All CD	4.63%	19.07%	31.55%	18.04%	12.59%	8.68%	4.60%	0.86%	0.00%	0.00%			
Cum CD	4.63%	23.70%	55.25%	73.29%	85.87%	94.55%	99.14%	100.00%	100.00%	100.00%			

AVII.1.2.3.2. Conjunto de Dados Medidos pela Fugro

As medições de correntes foram obtidas no local C4 (ver Figura AVII.2) nas proximidades do local do projecto durante uma campanha de medição realizada pela Fugro (2013). As correntes foram medidas ao longo da coluna de água a dez profundidades diferentes da superfície ao fundo do mar. O período de medição para o medidor foi realizado em intervalos de 10 minutos, de 09 de Março de 2013 a 02 de Fevereiro de 2014.

O clima de correntes nos locais de medição é representado na forma de rosas de correntes indicando a velocidade e a direcção da corrente para correntes com média de profundidade. A Figura AVII.10 representa rosas de correntes, enquanto a frequência anual conjunta das tabelas de ocorrência dos componentes de correntes (ou seja, velocidade e direcção da corrente) é fornecida na Tabela AVII.10.

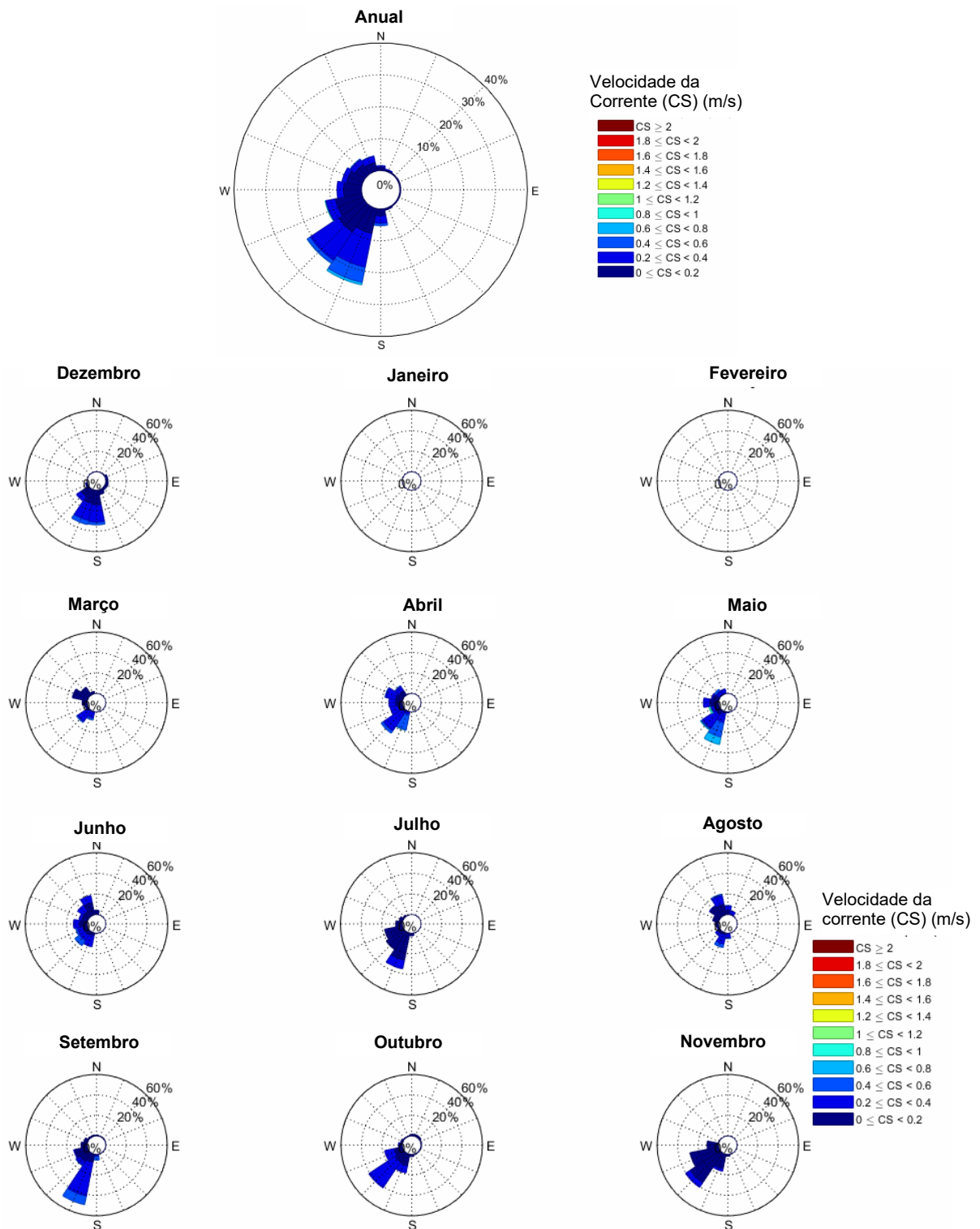


Figura AVII.10: Rosas de correntes anuais e mensais com base nas séries temporais de correntes medidas no local C4

Tabela AVII.10: Frequência anual de ocorrência dos componentes de correntes medidos no C4. O sombreado representa uma frequência baixa (branco) a alta (verde)

Anual		Velocidade da corrente (CS) (m/s)										All CS	Cum CS
		0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	0.4 - 0.5	0.5 - 0.6	0.6 - 0.7	0.7 - 0.8	0.8 - 0.9	> 0.9		
Direcção da corrente (CD) (°N)	N	0.33%	0.74%	0.44%	0.13%	0.06%	0%	0%	0%	0%	0%	1.71%	1.71%
	NNE	0.27%	0.04%	0.23%	0.17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.71%	2.42%
	NE	0.28%	0.03%	0.02%	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.33%	2.75%
	ENE	0.31%	0.06%	0.02%	0.00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.39%	3.14%
	E	0.27%	0.08%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.34%	3.49%
	ESE	0.24%	0.12%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.36%	3.85%
	SE	0.17%	0.15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.32%	4.17%
	SSE	0.20%	0.38%	0.03%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.62%	4.79%
	S	0.44%	1.87%	0.89%	1.66%	0.74%	0.13%	0.00%	0%	0%	0%	5.73%	10.51%
	SSW	0.63%	7.96%	6.56%	5.11%	2.91%	2.38%	0.86%	0.02%	0%	0%	26.43%	36.94%
	SW	1.11%	9.49%	6.72%	4.91%	1.21%	0.09%	0.03%	0.04%	0.04%	0%	23.63%	60.58%
	WSW	2.07%	7.11%	2.61%	0.56%	0.16%	0.03%	0.00%	0.06%	0.06%	0.13%	12.80%	73.37%
	W	1.61%	4.47%	2.12%	0.14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8.35%	81.72%
	WNW	1.24%	4.04%	1.42%	0.18%	0.09%	0%	0%	0%	0%	0%	6.97%	88.69%
	NW	0.88%	3.03%	1.25%	0.57%	0.36%	0%	0%	0%	0%	0%	6.08%	94.77%
NNW	0.59%	2.30%	1.48%	0.67%	0.18%	0%	0%	0%	0%	0%	5.23%	100.00%	
All CD	10.64%	41.87%	23.79%	14.13%	5.71%	2.63%	0.89%	0.12%	0.10%	0.13%			
Cum CD	10.64%	52.51%	76.30%	90.42%	96.13%	98.76%	99.65%	99.78%	99.87%	100.00%			

AVII.1.3. Propriedades da Água do Mar

Os valores de temperatura, salinidade e densidade da água do mar foram obtidos da campanha de medições reportadas em Fugro (2013). A densidade da água do mar não foi medida durante essa campanha. A densidade foi calculada a partir da temperatura e da salinidade utilizando a formulação da UNESCO. A Tabela AVII.11 resume a variação mensal da temperatura, salinidade e densidade da água do mar na superfície.

Tabela AVII.11: Valores médios mensais de temperatura, salinidade e densidade da água do mar na superfície no local do projecto

Mês	Temperatura (°C)	Salinidade (PSU)	Densidade (kg/m ³)
1	28,67	35,32	1022,42
2	29,09	35,25	1022,22
3	29,86	34,86	1021,67
4	29,02	34,83	1021,93
5	27,79	34,91	1022,40
6	26,46	35,02	1022,91
7	25,66	35,09	1023,21
8	25,25	35,05	1023,31
9	25,55	35,15	1023,29
10	26,72	35,15	1022,92
11	27,99	35,35	1022,66
12	29,23	35,36	1022,26

AVII.1.4. Propriedades dos Sedimentos

As propriedades de sedimentos de aparas de perfuração e LTOBM (*Low Toxic Oil Base Mud*) residual aderido a serem usadas no modelo de dispersão estão resumidas na Tabela AVII.12. A informação na Tabela AVII.12 baseia-se em dados específicos do projecto, bem como dados recolhidos do projecto da FLNG Coral Sul (Consultec, 2015a) e pressupostos feitos com base na experiência anterior relevante de modelação de lamas e aparas de perfuração.

Tabela AVII.12: Propriedades de aparas e lamas de perfuração

Parâmetro	Diâmetro do Grão D ₅₀ (mm)	Velocidade de Sedimentação (m/s)*	Densidade de Partículas (kg/m ³)
Aparas de Perfuração	0,25	2.5051×10^{-2}	2 400
Lamas de Perfuração (LTOBM)	0,015	6.0122×10^{-6}	1 100

Nota *) Fórmula de velocidade de sedimentação de acordo com Soulsby (1997).

AVII.2. Descrição de Modelos Numéricos

Os quadros de modelação computacional desenvolvidos pelo Instituto Dinamarquês de Hidráulica (DHI, www.dhigroup.com) MIKE foram empregues para este estudo hidrodinâmico. A estrutura de modelação DHI MIKE permite a simulação de fluxos, ondas, transporte de sedimentos, qualidade da água, desenvolvimentos morfológicos, derrames de petróleo e ecologia.

O Modelo de Fluxo (FM) Mike 3 é um sistema de modelação para fluxos de superfície livre 3D. O MIKE 3 FM é aplicável à simulação de fenómenos hidráulicos e ambientais em oceanos, regiões costeiras, estuários e lagos.

O módulo Advecção/Dispersão (AD) simula a dispersão e destino de substâncias dissolvidas ou suspensas quando fornecido com o campo de fluxo do módulo hidrodinâmico.

Os seguintes fenómenos físicos foram incluídos no modelo hidrodinâmico e advecção/dispersão desenvolvido no âmbito deste estudo:

- Inundação e seca;
- Resistência do leito;
- Variações de densidade;
- Transporte de salinidade e temperatura;
- Modelação de turbulência incluindo efeitos de flutuabilidade;
- Nível de fricção do vento e/ou limites de velocidade;
- Fontes isoladas e bacias e/ou fontes conectadas / pares de bacias;
- Rastreamento de partículas;
- Cálculos de descarga;
- Nidificação dinâmica.

AVII.3. Abordagem de Modelação de Descarga

AVII.3.1. Visão Geral

O projecto da FLNG Coral Norte é composto pelos seguintes componentes (que estão indicados na Figura AVII.11, Figura AVII.12 e Tabela AVII.13):

- Uma embarcação flutuante de tratamento, liquefacção, armazenamento e descarga de gás *offshore* igual ou semelhante ao FLNG de Coral Sul;
- Poços submarinos (CO-11 a CO-16), sistemas de produção e controlo submarinos e ascensores para a FLNG.

O âmbito dos estudos de modelação de descargas inclui:

- Modelação hidrodinâmica;
- Modelação de descarga termal;
- Modelação da descarga de água produzida;
- Modelação de descarga de aparas de perfuração;
- Modelação de derrames de hidrocarbonetos.



Figura AVII.11: Local do Projecto Coral Norte

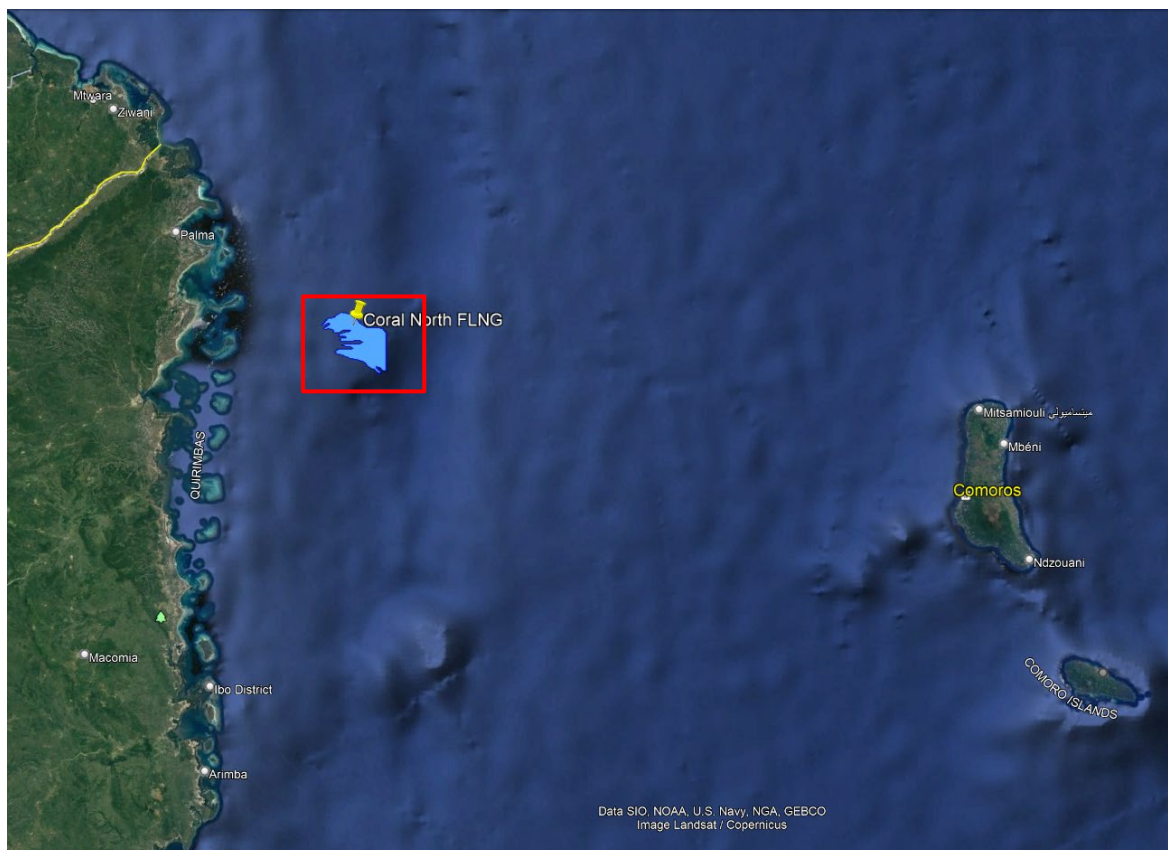


Figura AVII.12: Visão geral do local do Projecto Coral Norte

Tabela AVII.13: Coordenadas da FLNG e da cabeça dos poços

Nome	Este (m, UTM 37S)	Norte (m, UTM 37S)	Longitude (°E)	Latitude (°S)	Profundidade (m)
FLNG	731 508	8 772 185	41,119450	11,099583	1986
CO-11	732 843,1	8 769 590,7	41,131836	11,122949	2095
CO-12	732 802,9	8 769 533,3	41,131465	11,123467	2096
CO-13	729 466,9	8 769 959,3	41,100908	11,119832	2044
CO-14	729 507,1	8 770 016,7	41,101280	11,119314	2041
CO-15	730 973,7	8 762 341,6	41,115197	11,188585	1965
CO-16	730 904,3	8 762 350,4	41,114565	11,188508	1964

AVII.3.2. Modelação Hidrodinâmica

AVII.3.2.1. Descrição do modelo

O DHI MIKE é um conjunto de simulação hidrodinâmica multidimensional que computa padrões de fluxo não estáveis resultantes de força meteoceânica (principalmente vento, pressão e maré) nos

seus limites. Esta ferramenta numérica é baseada em equações completas de Navier Stokes para águas rasas para diferentes abordagens de resolução e modelos de conclusão de turbulência.

Este modelo pode ser usado para simular a propagação da maré, incluindo o efeito do vento na superfície da água, e para obter saídas para velocidades de fluxo e campos de elevação da água. Tanto para as áreas costeiras como para as áreas offshore.

A abordagem integrada de campo próximo e de campo distante incluída nas últimas versões (2016 ou posterior) do modelo hidrodinâmico (HD) MIKE 3 do Instituto Hidráulico Dinamarquês (DHI), juntamente com a Advecção-Dispersão (AD), pode ser usada para simular o transporte dos vários componentes neste projecto. O MIKE 3 HD (incluindo os seus módulos) é um dos conjuntos de modelos mais utilizados, recomendados e validados disponíveis no mercado.

AVII.3.2.2. Limitações do Modelo

As limitações inerentes ao modelo são as seguintes:

- Qualquer técnica de modelação só pode fornecer uma representação matemática razoável da realidade complexa baseada em simplificações apropriadas e no isolamento dos factores mais importantes (variáveis). A análise e interpretação dos resultados da modelação requerem um juízo técnico cuidadoso e experiente para obter conclusões adequadas. Devem ser esperados alguns desvios da realidade e devem ser consideradas margens de segurança prudentes. Os modelos podem ser usados para reduzir (mas não eliminar) a incerteza na tomada de decisões;
- Os resultados dos modelos são tão bons quanto a qualidade dos dados introduzidos. A microtopografia sob resolução de rede não pode ser resolvida;
- Devido aos longos períodos necessários para a computação, os resultados não podem ser estendidos por longos períodos. Por exemplo, as condições de vento na natureza não persistem durante mais de alguns dias, e as conclusões obtidas a partir de simulações a longo prazo baseadas em ventos de estado estacionário podem ser irrealistas.

AVII.3.2.3. Configuração do Modelo

Os efeitos ambientais nas águas de superfície a partir da operação da embarcação FLNG no Canal de Moçambique serão avaliados usando a abordagem de modelação abrangente incorporada no DHI MIKE, descrita acima. Dada a complexa estrutura tridimensional de corrente e temperatura da massa de água receptora, foi necessário seleccionar um modelo que possa simular a hidrodinâmica tridimensional. É igualmente desejável que o transporte de componentes seja também manuseado no mesmo modelo. Por esta razão, o DHI MIKE foi seleccionado para abordar esses requisitos.

Um modelo regional de campo distante será usado para simular os padrões hidrodinâmicos offshore, com a grelha de modelos abrangendo uma área que varia de 33 °E a 50 °E e 5 °S a 20 °S. A grelha modelo consiste em mais de 40 000 células de grelha horizontalmente (incluindo terra, faixa costeira

e água) com até 10 camadas verticais e uma resolução uniforme da grelha de cerca de 8 km de células.

Será utilizado um modelo 3-D de campo próximo aninhado no modelo de campo distante para simular o transporte de componentes numa escala mais fina com uma extensão de modelo de cerca de 30 km por 30 km centrada no local de descarga correspondente e com uma resolução mais elevada de cerca de 30 m.

Verticalmente, serão empregues 10 camadas sigma, com uma resolução vertical mais fina na superfície e nas regiões do fundo do mar onde estão previstas as descargas.

Os dados batimétricos descritos na Secção AVII.1,1 foram interpolados nas grelhas computacionais produzidas, dando preferência aos dados de maior resolução, onde os dados se sobrepõem. A Figura AVII.13 e a Figura AVII.14 mostram os modelos de campo próximo da batimetria e as malhas computacionais para a descarga superficial (localização FLNG) e a descarga marinha (cabeça de poço CO-15) desenvolvidos como parte deste estudo.

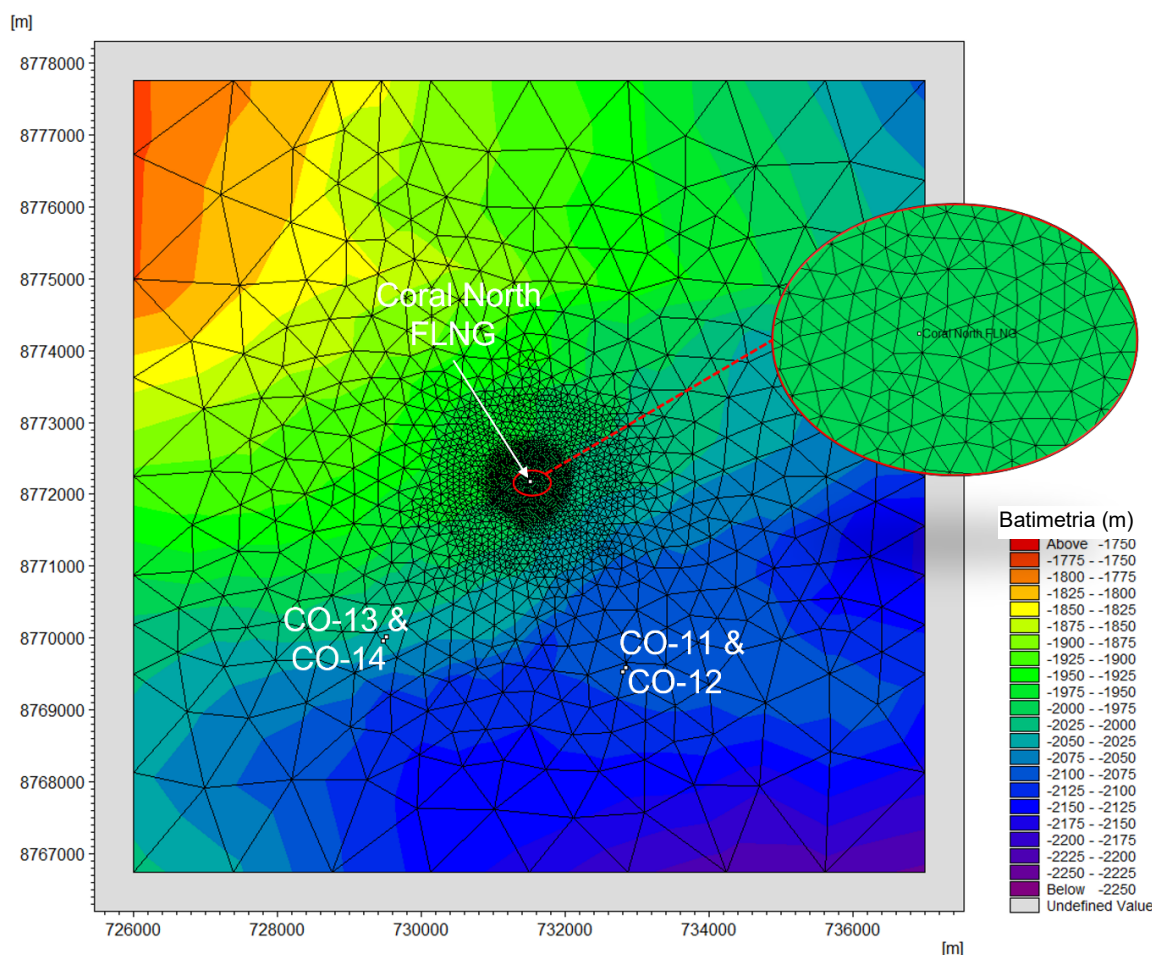


Figura AVII.13: Batimetria e grelha computacional para o domínio do modelo de dispersão de campo próximo da FLNG

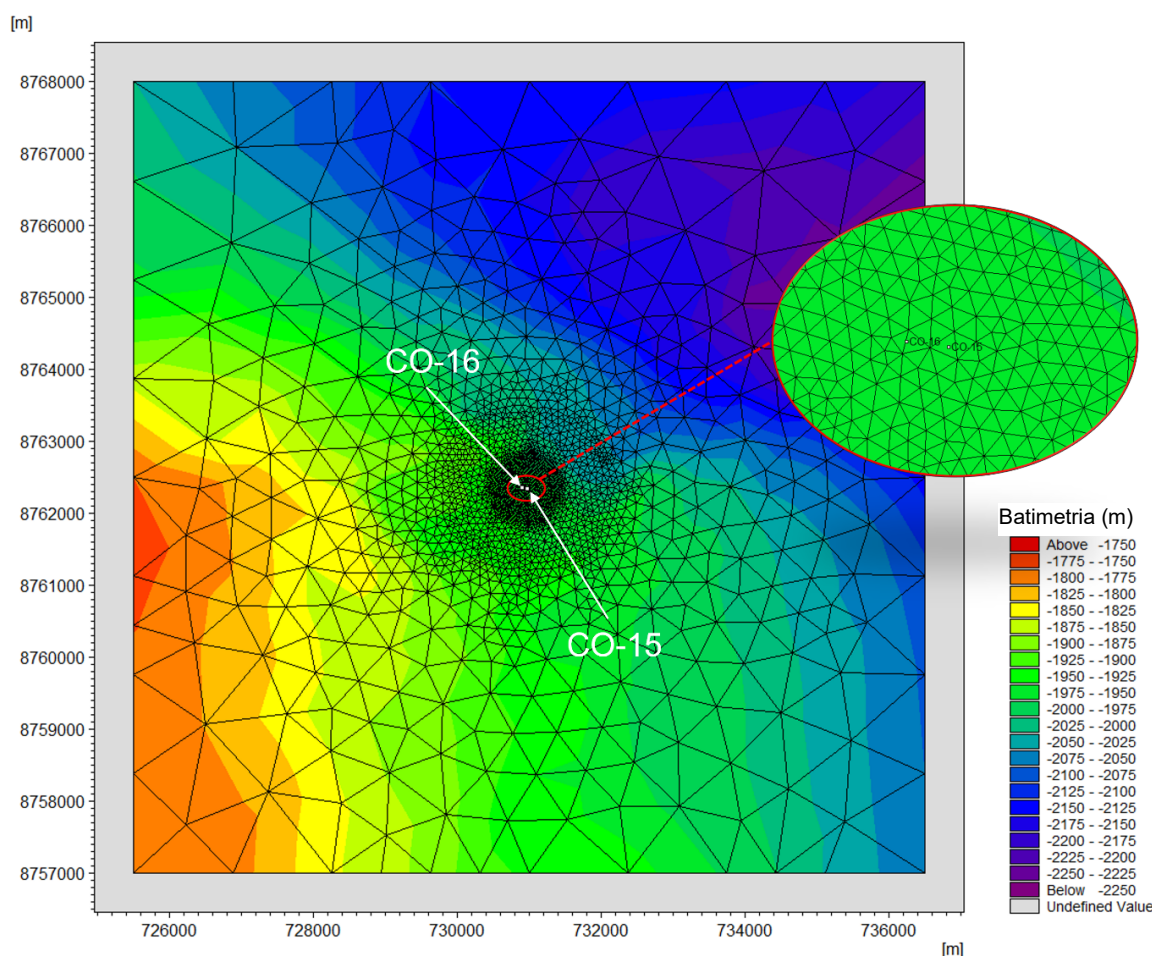


Figura AVII.14: Batimetria e grelha computacional para o domínio do modelo de dispersão de campo próximo de CO-15

AVII.3.2.4. Entradas

Os dados utilizados para a introdução de modelos hidrodinâmicos incluem: elevação das marés nas fronteiras, perfis de temperatura e salinidade nas fronteiras, e dados meteorológicos. Foram necessários dados de fronteira para cada um dos três períodos de simulação. Para simular os padrões hidrodinâmicos da forma mais precisa possível, foi necessária elevação em todos os limites leste, norte e sul. As elevações consistem num componente das marés, bem como um componente não-marés. O componente de marés é baseado no Modelo Global de Marés da DHI MIKE e o componente não-marés é baseado no HYCOM. A elevação total foi estimada pela superposição dos dois.

- Elevação da maré: a elevação da maré na fronteira foi extraída do Modelo Global de Maré da DHI MIKE, que representa os principais constituintes diurnos (K1, O1, P1 e Q1) e semidiurnos das marés (M2, S2, N2 e K2) com uma resolução espacial de 0,25° x 0,25° com base nos dados altimétricos TOPEX/POSEIDON. As marés aqui são semidiurnas com um ciclo de pronunciado de águas-vivas e águas mortas;

- Elevação não-marés: para capturar as características da baroclínica para o domínio do modelo, o registo de elevação não-marés foi extraído da saída do modelo global da Hycom;
- Propriedades meteorológicas: as propriedades meteorológicas utilizadas na simulação são a velocidade do vento, a direcção do vento, a temperatura do ar, a radiação solar e a pressão superficial. Os dados meteorológicos foram obtidos a partir do CFSR e do CFSv2. As séries temporais de cada propriedade meteorológica foram extraídas utilizando-se o respectivo local mais próximo da FLNG;
- Temperatura e salinidade: dados diários de temperatura e salinidade ao largo da costa de Moçambique estão disponíveis a partir da saída global do nível de análise HYCOM 1/12. A termoclina está localizada no topo de 200 m da coluna de água, enquanto o perfil de salinidade tem muito pouca variação (menos de 1 psu) nesta região.

AVII.3.2.5. Cenários

Foram seleccionados três cenários com base na corrente média anual e mensal da superfície da observação metoceanica na estação C1 (Consultec, 2015a). Com base na análise de correntes médias anuais e mensais, foram escolhidos três cenários para representar as condições do mar de corrente de superfície máxima, mínima e típica naquela região. Os três períodos de simulação que representam as velocidades de corrente máximas (cenário 01), mínimas (cenário 02) e típicas (cenário 03) no local do projecto da FLNG estão resumidos na Tabela AVII.14.

Tabela AVII.14: Períodos de simulação hidrodinâmica

Cenários	Período de simulação	Condição hidrodinâmica (corrente de superfície)
Cenário 1	Maio de 2013	Velocidade de corrente máxima
Cenário 2	Outubro de 2013	Velocidade de corrente mínima
Cenário 3	Março 2013	Velocidade de corrente típica

AVII.3.2.6. Resultados da Modelação

A série temporal típica do nível de água extraída no local da FLNG para os meses de Maio (correntes máximas) e Outubro (correntes mínimas) é apresentada na Figura AVII.15. As velocidades de corrente médias de profundidade no local da FLNG durante Maio (correntes máximas) e Outubro (correntes mínimas) são mostradas na Figura AVII.16.

Imagens da profundidade média típica da maré baixa e maré alta dos níveis de água com velocidades de corrente durante Maio (correntes máximas) e Outubro (correntes mínimas) no local da FLNG são ilustradas na Figura AVII.17 à Figura AVII.18.

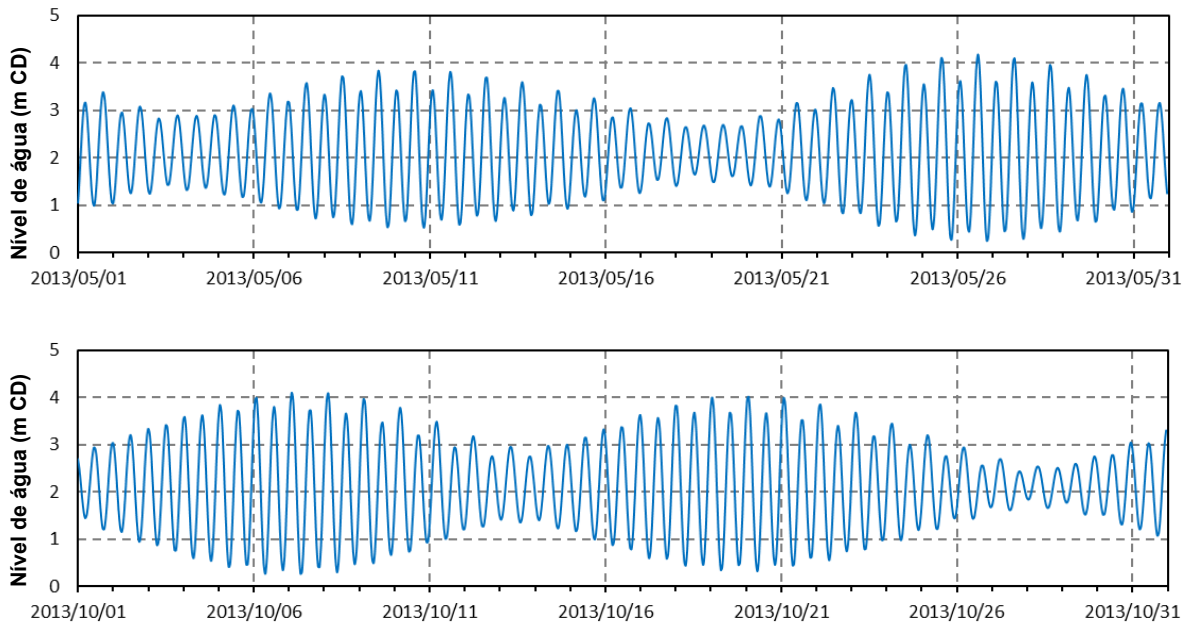


Figura AVII.15: Série temporal dos níveis típicos de água no local para os meses de Maio (correntes máximas) e Outubro (correntes mínimas)

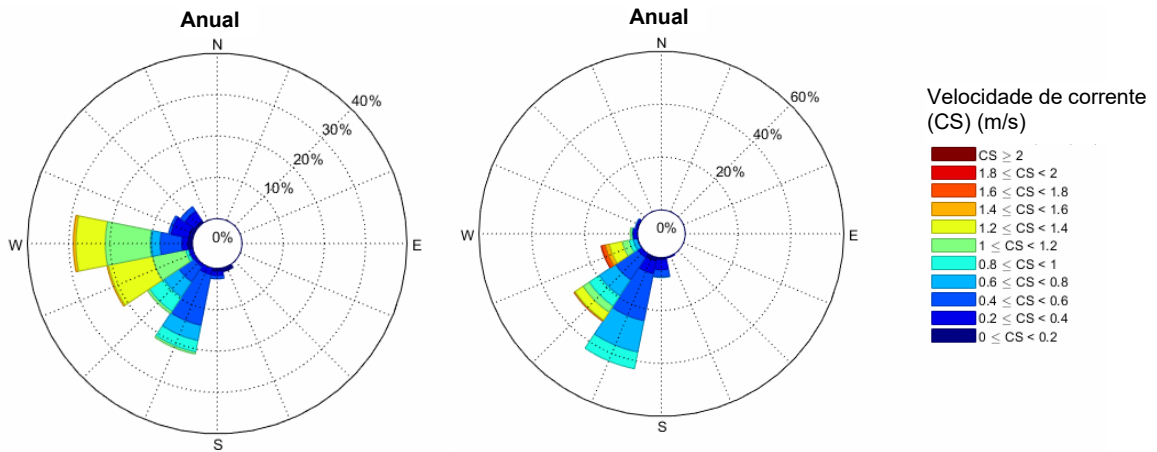


Figura AVII.16: Velocidade de corrente média em profundidade no local da FLNG para os meses de Maio (correntes máximas) e Outubro (correntes mínimas)

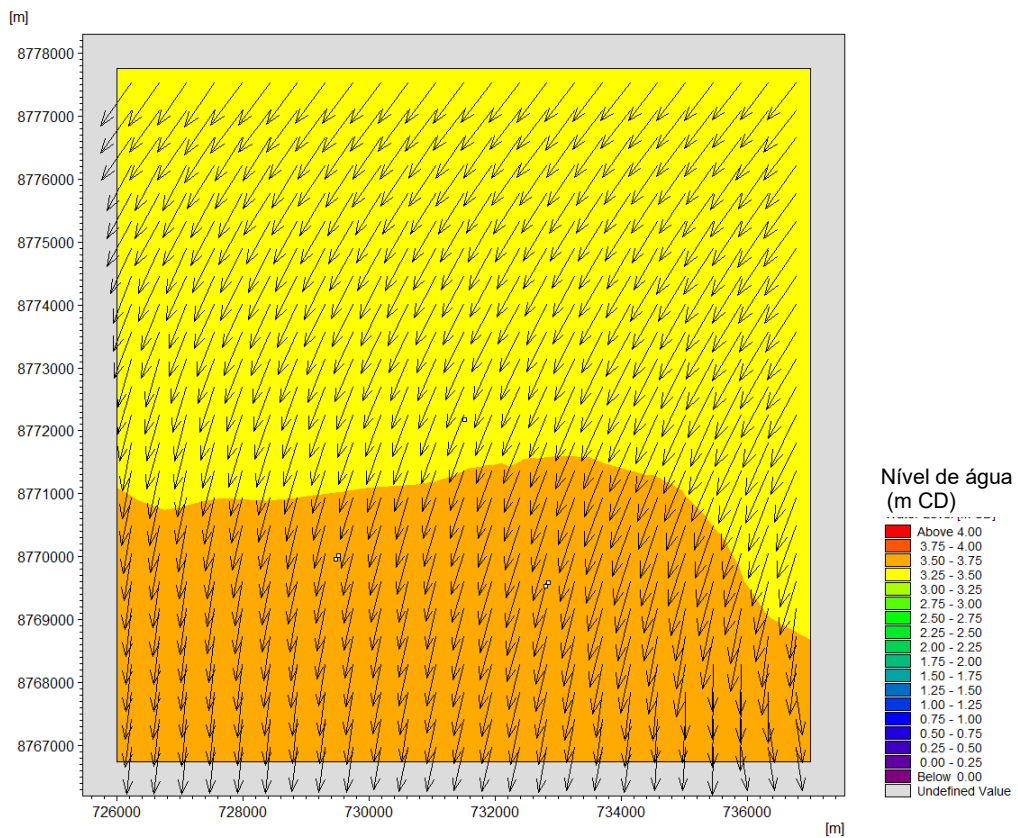
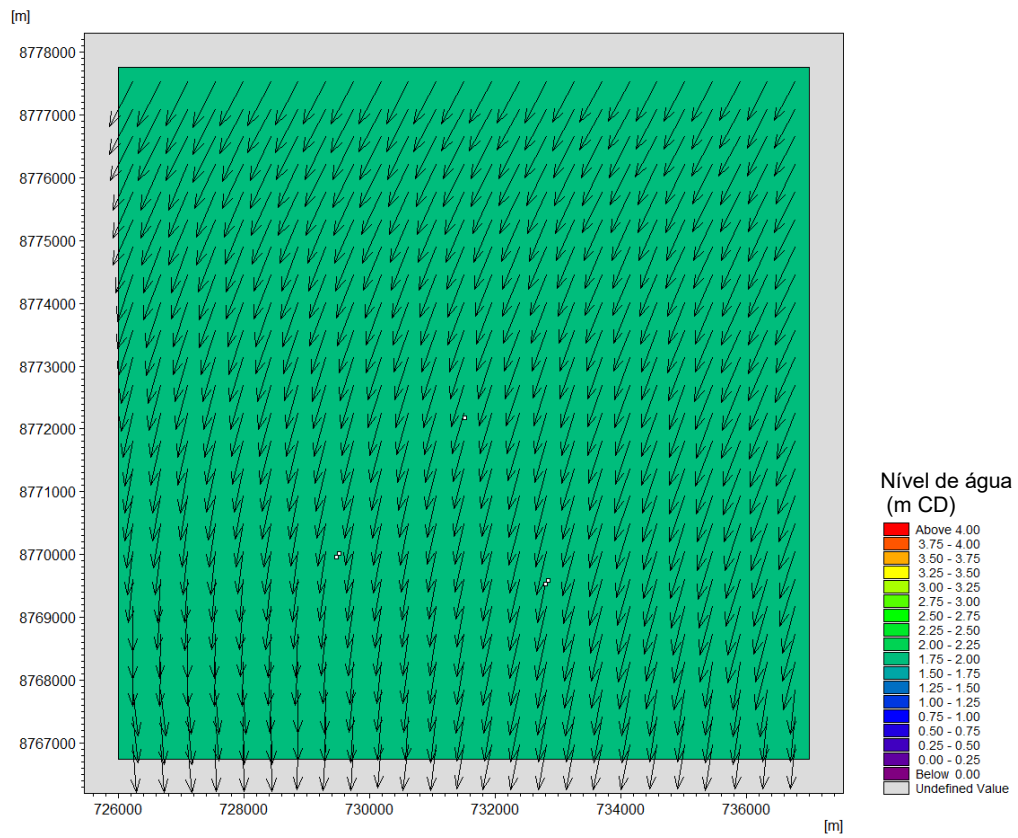


Figura AVII.17: Níveis típicos de água em marés baixas durante correntes mínimas em Outubro (cima) e correntes máximas em Maio (baixo)

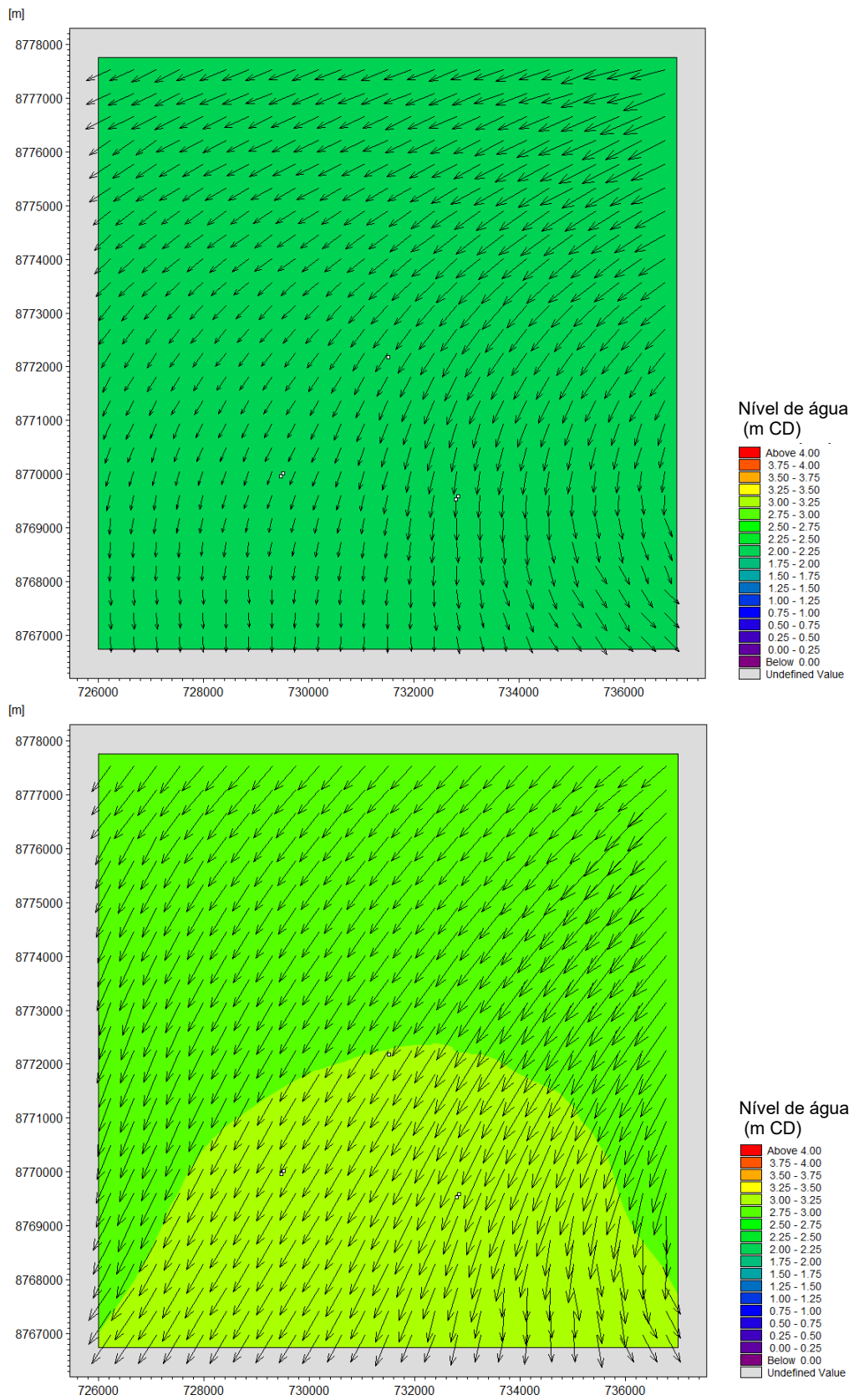


Figura AVII.18: Níveis típicos de água de inundação durante correntes mínimas em Outubro (cima) e correntes máximas em Maio (baixo)

AVII.3.3. Modelação da Descarga Térmica

AVII.3.3.1. Configuração do Modelo

Foram utilizados dois modelos para avaliar os impactos da temperatura da descarga de água de refrigeração. Um modelo (CORMIX) previu o aumento da temperatura do ponto de descarga até ao fim da zona de mistura. O outro modelo (DHI MIKE) previu o aumento de temperatura numa escala maior que se estende para além da zona inicial de mistura, com base na modelação hidrodinâmica estabelecida (ver Secção AVII.3.2 para os detalhes da metodologia hidrodinâmica).

Quanto ao tamanho da zona de mistura, foram apresentadas as seguintes recomendações para a África do Sul (Anchor Environmental Consultants 2015): 300 m num ambiente offshore, 100 m num ambiente de costa aberta, 30 m em ambientes costeiros protegidos e áreas de gestão especiais, 0 m para afloramentos em AMPs estabelecidas ou propostas, zona de surf e estuários. Estas recomendações são também aplicáveis às águas moçambicanas, e como tal a zona de mistura recomendada será de 300 m. No entanto, os impactos da descarga térmica foram avaliados para uma zona de mistura mais rigorosa de 100 m, como uma abordagem conservadora.

Como as normas aplicáveis às descargas térmicas marítimas incluem um padrão de zona de fim de mistura, era necessária a modelação da zona de mistura. O modelo utilizado para os cálculos da zona de mistura é o modelo de diluição CORMIX da USEPA. Este modelo é de estado estacionário e foi usado neste estudo de modelação para simular várias condições de correntes.

Foi criado um modelo 3-D aninhado com uma extensão de cerca de 30 km por 30 km centrados no local da FLNG com uma resolução mais elevada de cerca de 30 m.

AVII.3.3.2. Entradas e Padrões

Dados de Condição de Entrada

- As condições de fronteira para o modelo de campo próximo aninhado (DHI MIKE) foram derivadas da saída regional de modelos hidrodinâmicos de baixa resolução, de campo distante;
- As condições hidrodinâmicas ambientais (profundidade, velocidade, temperatura e salinidade) foram extraídas dos dados de campo metoceanico (medições) para utilização no modelo da zona de mistura (CORMIX).

Padrões de Temperatura Ambiente da Água do Mar

- Os padrões de temperatura ambiente, em conformidade com os regulamentos nacionais e as directrizes de EHS da IFC são os seguintes: o aumento da temperatura da água do mar não deve ultrapassar os 3 °C na extremidade da zona de mistura recomendada (RMZ).

AVII.3.3.3. Cenários

A Tabela AVII.15 resume a visão geral dos cenários de modelação para os modelos CORMIX e DHI MIKE, enquanto a Tabela AVII.16 e a Tabela AVII.17 resumem as taxas de fluxo e temperaturas da descarga térmica, respectivamente. Nestas simulações, presume-se que a descarga seja contínua ao longo dos períodos mensais de simulação, conforme descrito na Secção AVII.3.2.5.

A profundidade de descarga está a 11,5-17,5 m acima do nível de base do navio e o calado máximo da FLNG é de 18 m (Consultec, 2015a). Portanto, estima-se que a descarga de água de refrigeração esteja a um máximo de 0,5-7,5 m abaixo do nível do mar. Para a modelação, estimou-se que a descarga será para o segmento modelo que representa a camada superior de 5 m abaixo do nível do mar.

Tabela AVII.15: Cenários de modelação

Componente de modelação	Modelo	Condições hidrodinâmicas	Condição de descarga
Temperatura	DHI MIKE	Velocidade de Corrente Alta (Cenário 1)	Média / pico
		Velocidade de Corrente Baixa (Cenário 2)	
		Velocidade de Corrente Típica (Cenário 3)	
Temperatura	CORMIX	Velocidade de Corrente Alta (Cenário 1)	Média / pico
		Velocidade de Corrente Baixa (Cenário 2)	
		Velocidade de Corrente Típica (Cenário 3)	

Tabela AVII.16: Taxas de fluxo e temperaturas da descarga térmica

Descrição	Descarga Média		Pico de Descarga	
	MT/h	m ³ /s	MT/h	m ³ /s
Descarga térmica total de ¹ a 30,64 °C	24 964	6,9344	27 445	7,6236

Nota ¹) O total consiste na combinação de água do mar principal, água do mar essencial AFT e água do Mar essencial FWD.

Tabela AVII.17: Temperatura ambiente e em excesso

Cenários	Temperatura média da superfície do mar (°C)	Temperatura de descarga em excesso (°C)
Cenário 1 – Maio 2013 (alta velocidade de corrente)	27,79	2,85
Cenário 2 – Outubro de 2013 (baixa velocidade de corrente)	26,72	3,92
Cenário 3 – Março 2013 (velocidade corrente típica)	29,86	0,78

AVII.3.3.4. Resultados do Modelo de Campo Próximo Encaixado

O modelo de dispersão térmica foi executado em três períodos de simulação de um mês separados (ver Tabela AVII.15). As simulações incluíram um período prévio de 7 dias antes das datas de início para permitir que os níveis de água e as correntes se estabilizassem (o período prévio é, no entanto,

excluído no pós-processamento dos resultados). As saídas relevantes do modelo são as concentrações de temperatura em intervalos de hora em hora durante a duração de cada simulação.

Os resultados do modelo de dispersão térmica foram processados para fornecer os valores estatísticos máximo e alto percentil do aumento de temperatura, bem como a percentagem de excedência acima do limiar especificado de 3 °C. Uma zona de mistura com raio de 100 m é apresentada como um círculo tracejado em cada gráfico.

Os percentis são termos estatísticos usados para descrever como certos valores se comparam a outros valores dentro do mesmo conjunto de dados. Um valor na marca do percentil 95 indica que 95% dos valores no conjunto de dados são menores e 5% dos valores são maiores do que esse valor. Portanto, os valores do percentil 95 e 99 são representações precisas do que se pode esperar como valores extremos de percentil elevado e foram usados aqui para produzir gráficos de comportamentos de pluma extremos.

A percentagem de gráficos de excedência mostra a duração como uma percentagem do tempo de execução em que as concentrações em excesso excedem um limiar especificado.

AVII.3.3.4.1. Pico de Descarga – Cenário 1 (Maio)

Gráficos espaciais para os valores máximos estatísticos, percentis 99 e 95 dos valores de temperatura em excesso são apresentados na Figura AVII.19 até à Figura AVII.21 para o cenário de alta velocidade de corrente (Maio).

O gráfico de percentagem de excedência para temperatura em excesso é apresentado na Figura AVII.22.

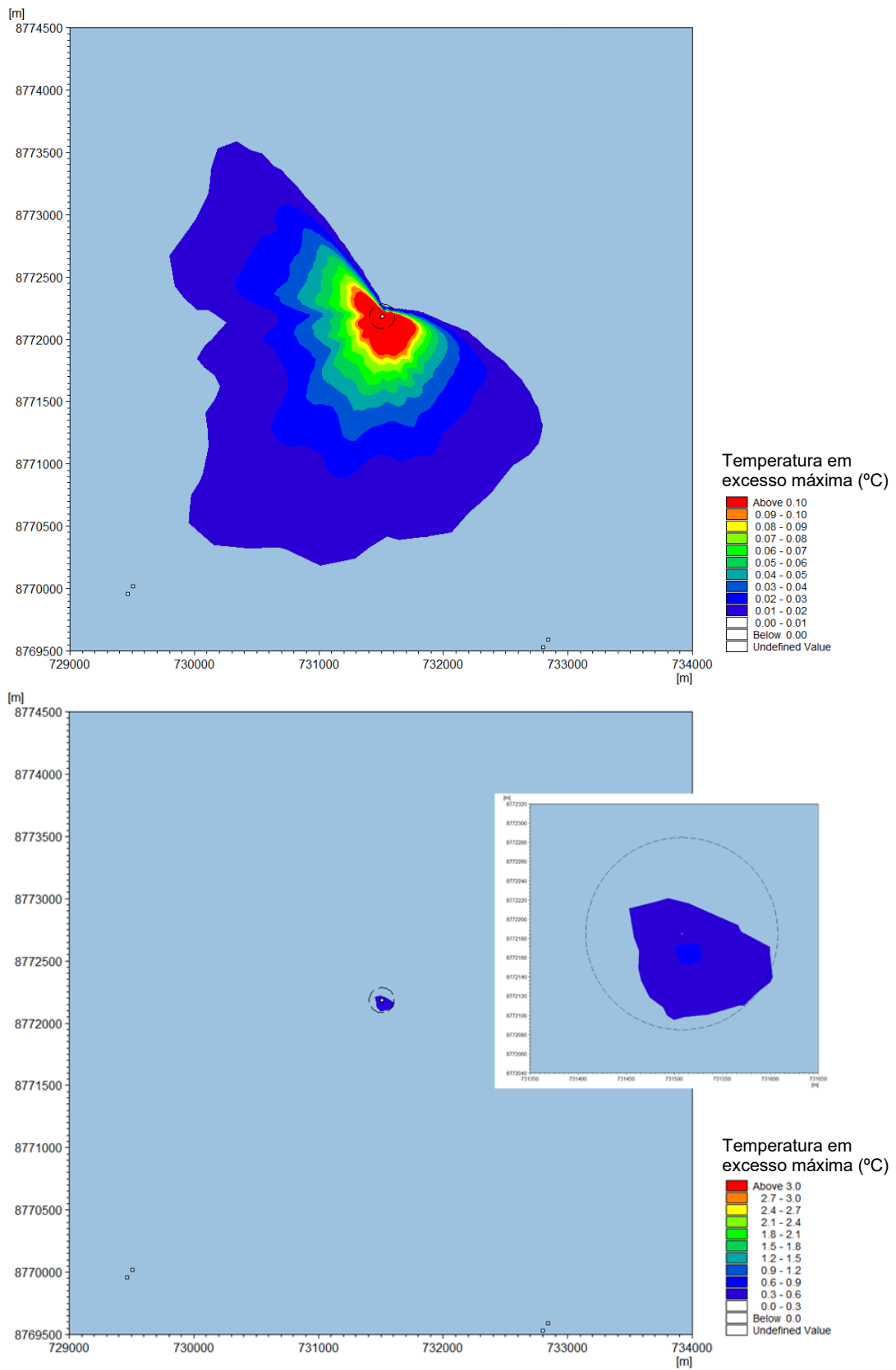


Figura AVII.19: Aumento máximo de temperatura durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 1. Limiares de 0,1 °C (cima) e 3 °C (baixo)

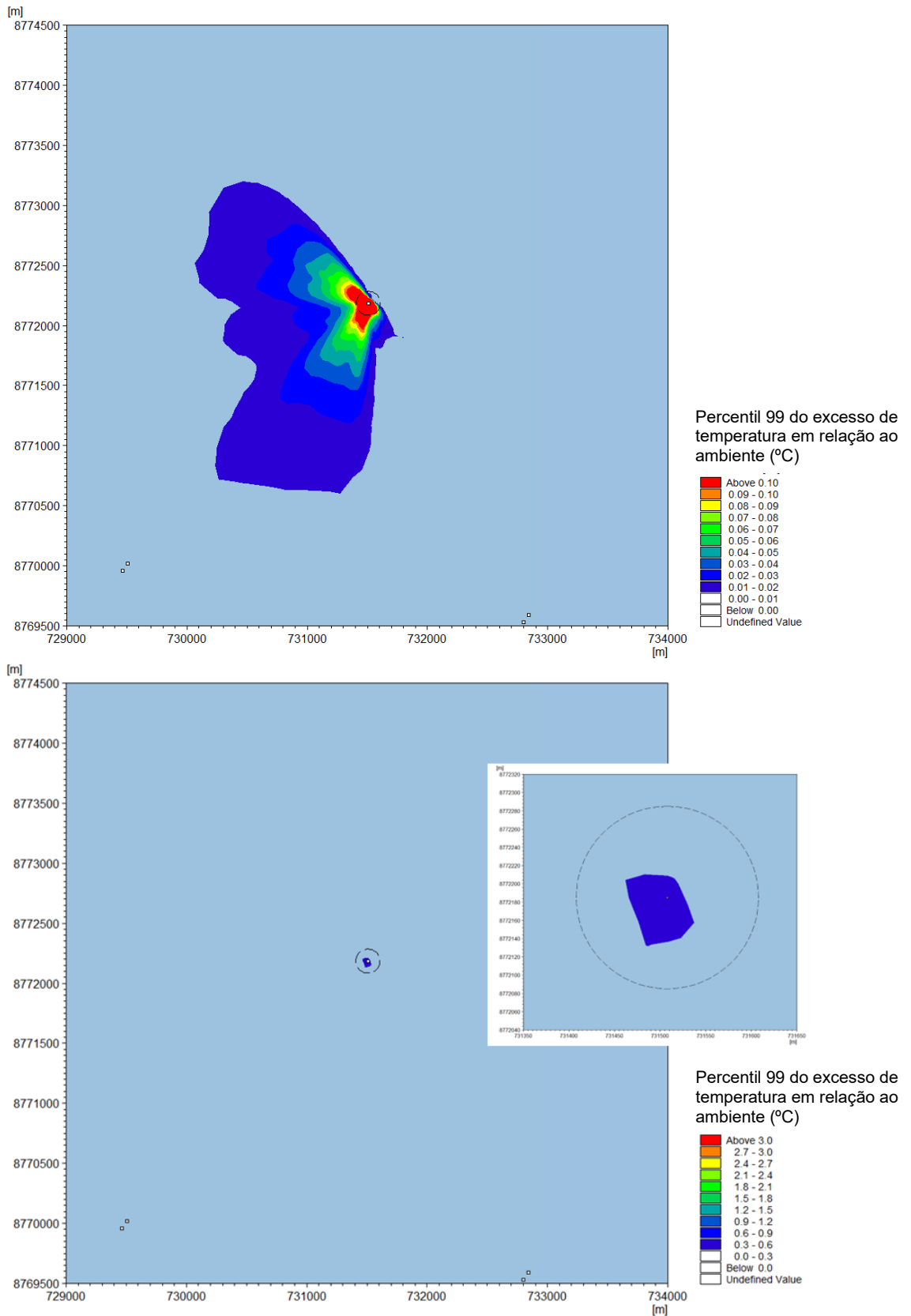


Figura AVII.20: Aumento de percentil 99 de temperatura durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 1. Limiares de 0,1 °C (cima) e 3 °C (baixo)

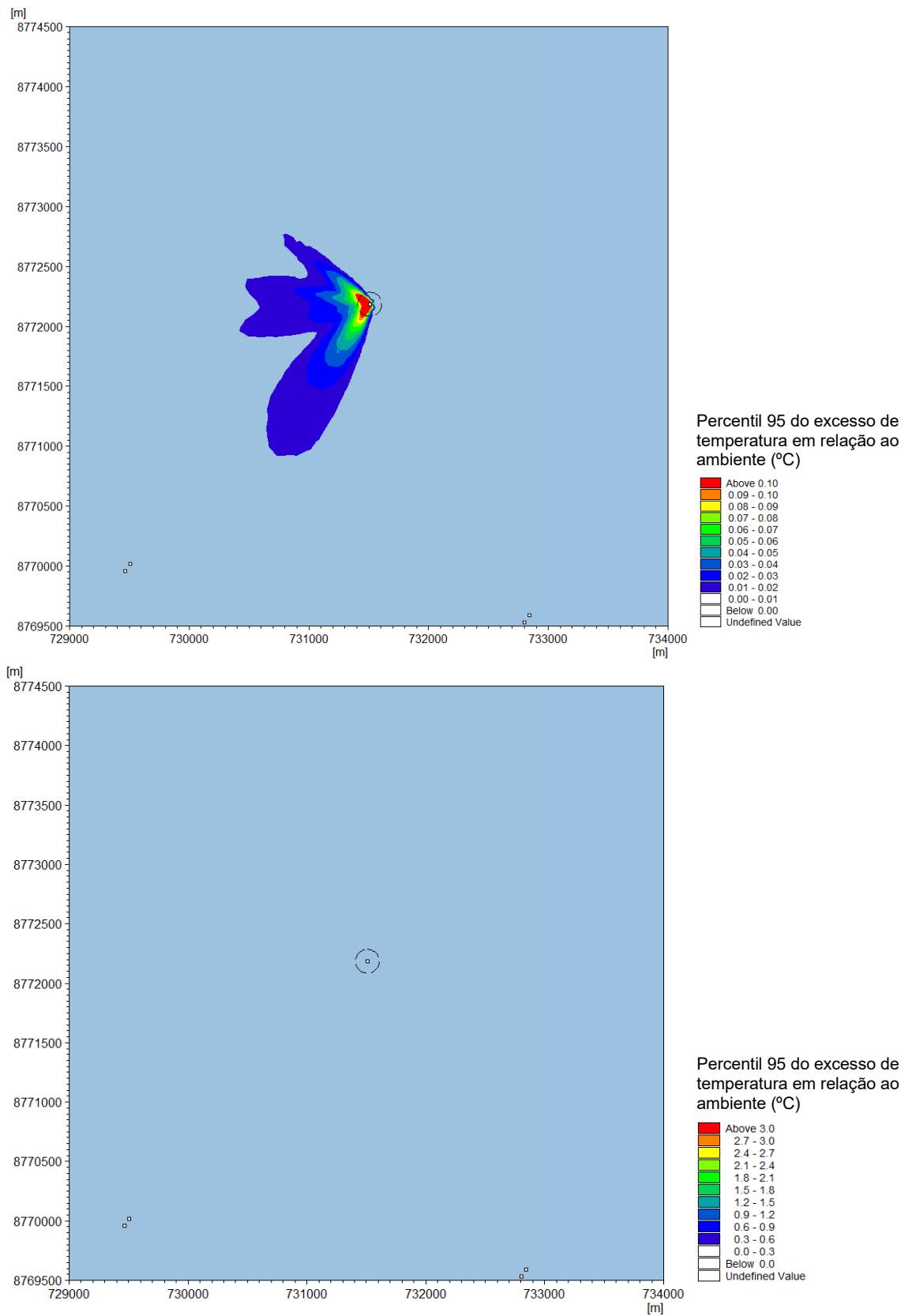


Figura AVII.21: Aumento de percentil 95 de temperatura durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 1. Limiares de 0,1 °C (cima) e 3 °C (baixo)

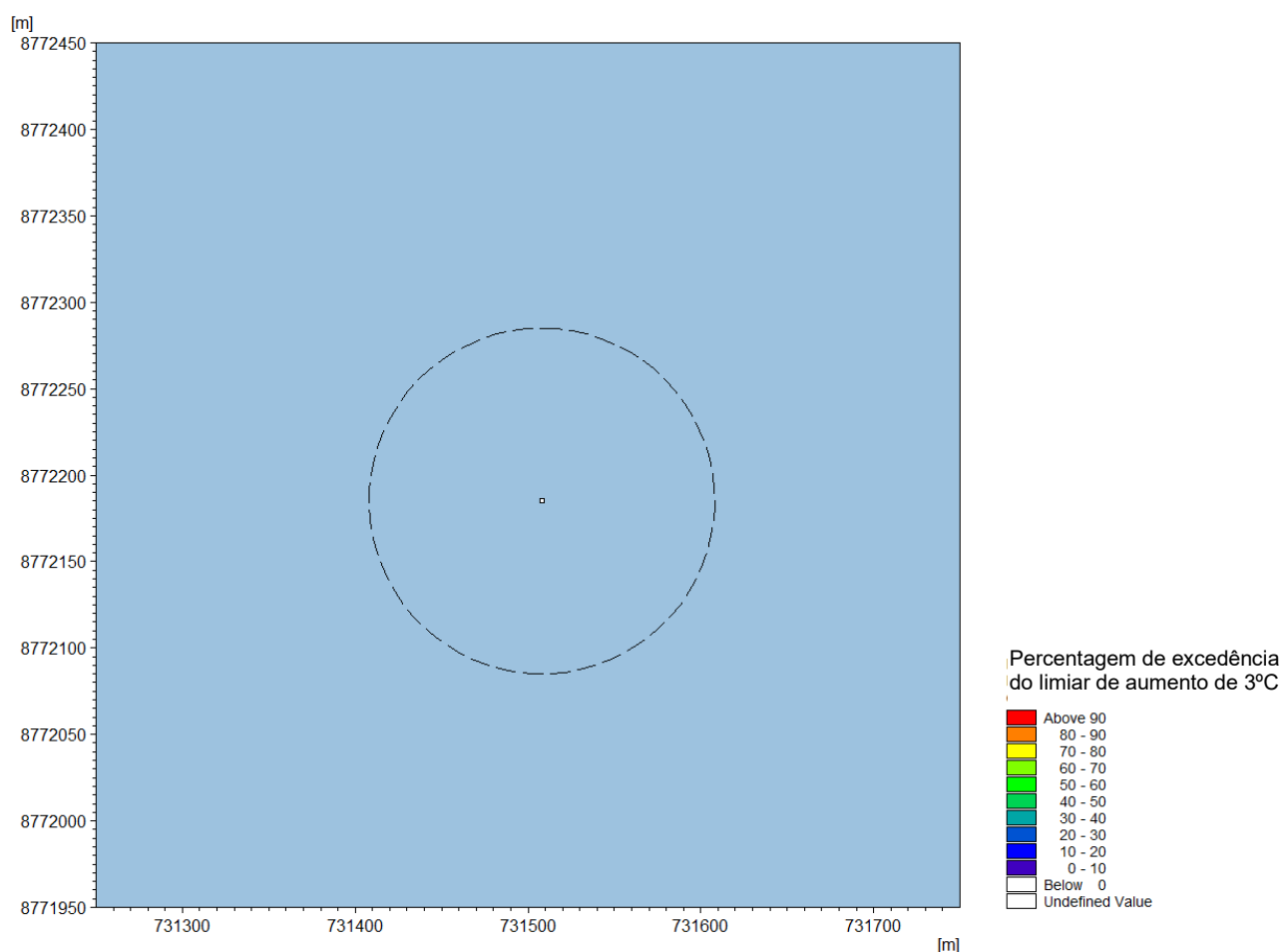


Figura AVII.22: Percentagem de excedência do aumento do limiar de temperatura de 3°C durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 1

AVII.3.3.4.2. Pico de Descarga – Cenário 2 (Outubro)

Gráficos espaciais para os valores máximos estatísticos, percentis 99 e 95 dos valores de temperatura em excesso são apresentados na Figura AVII.23 até a Figura AVII.25 para o cenário de baixa velocidade de corrente (Outubro).

O gráfico de percentagem de excedência para temperatura em excesso é apresentado na Figura AVII.26.

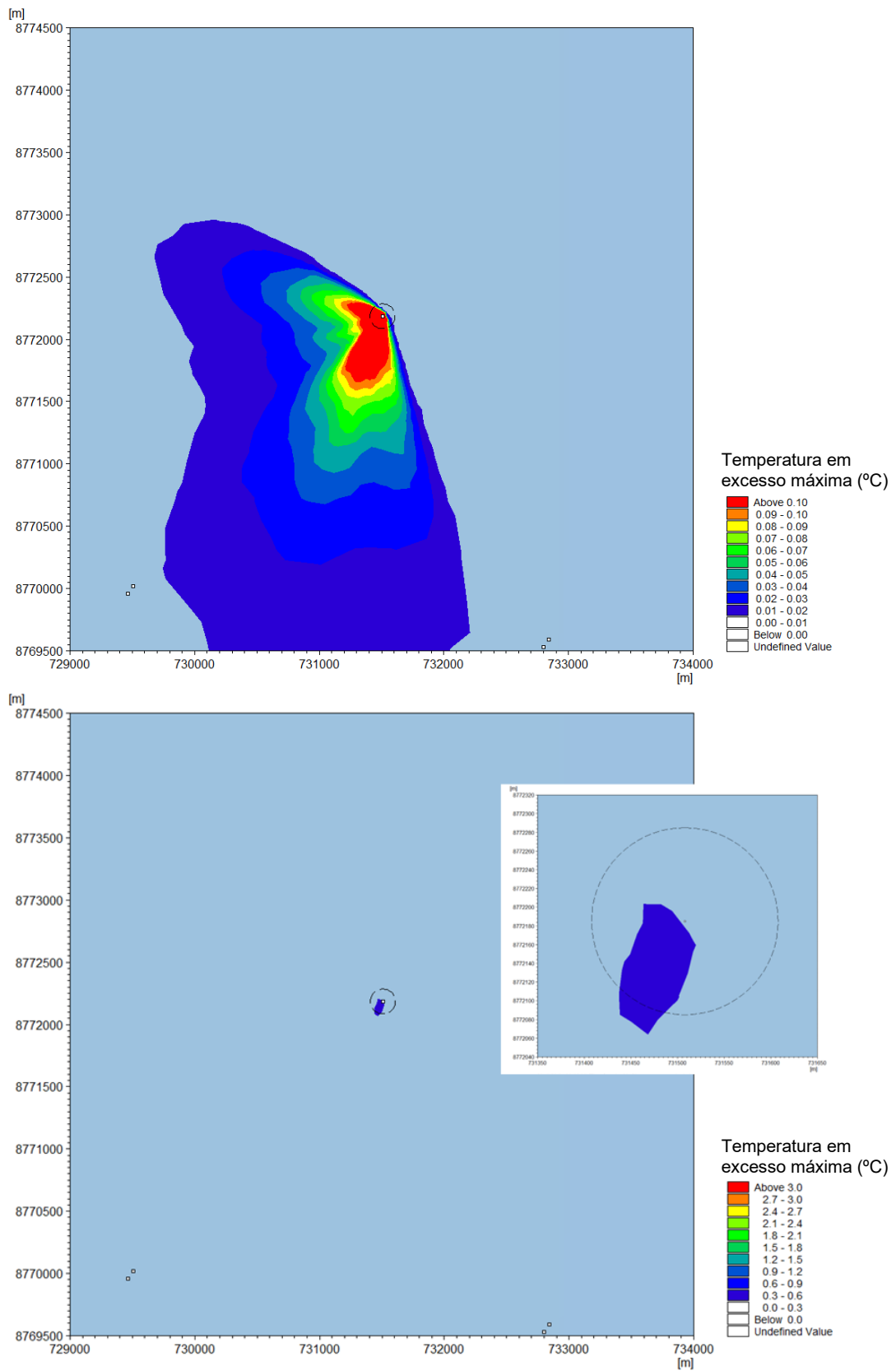


Figura AVII.23: Aumento máximo de temperatura durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 2. Limiares de 0,1 °C (cima) e 3 °C (baixo)

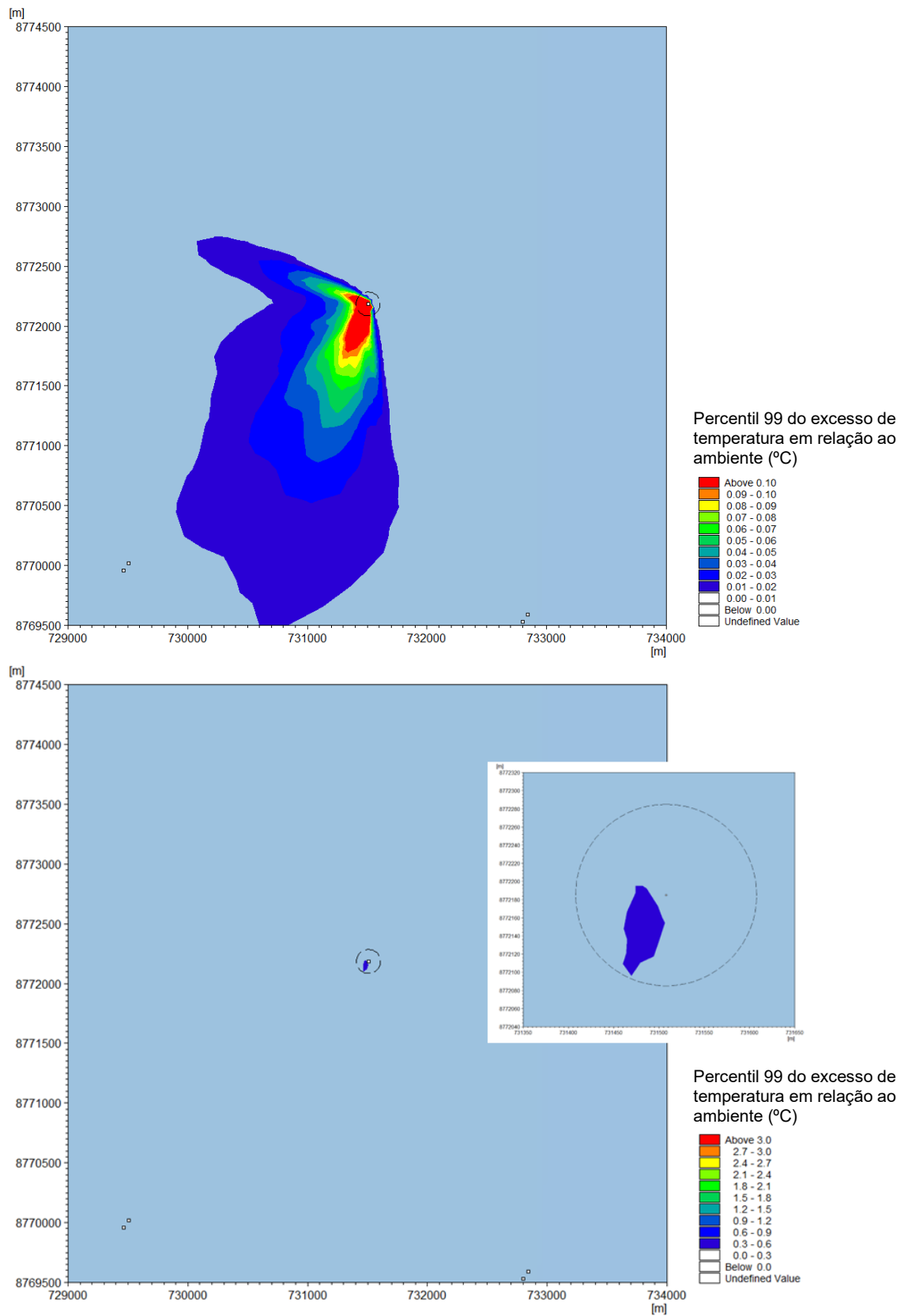


Figura AVII.24: Aumento de percentil 99 de temperatura durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 2. Limiares de 0,1 °C (cima) e 3 °C (baixo)

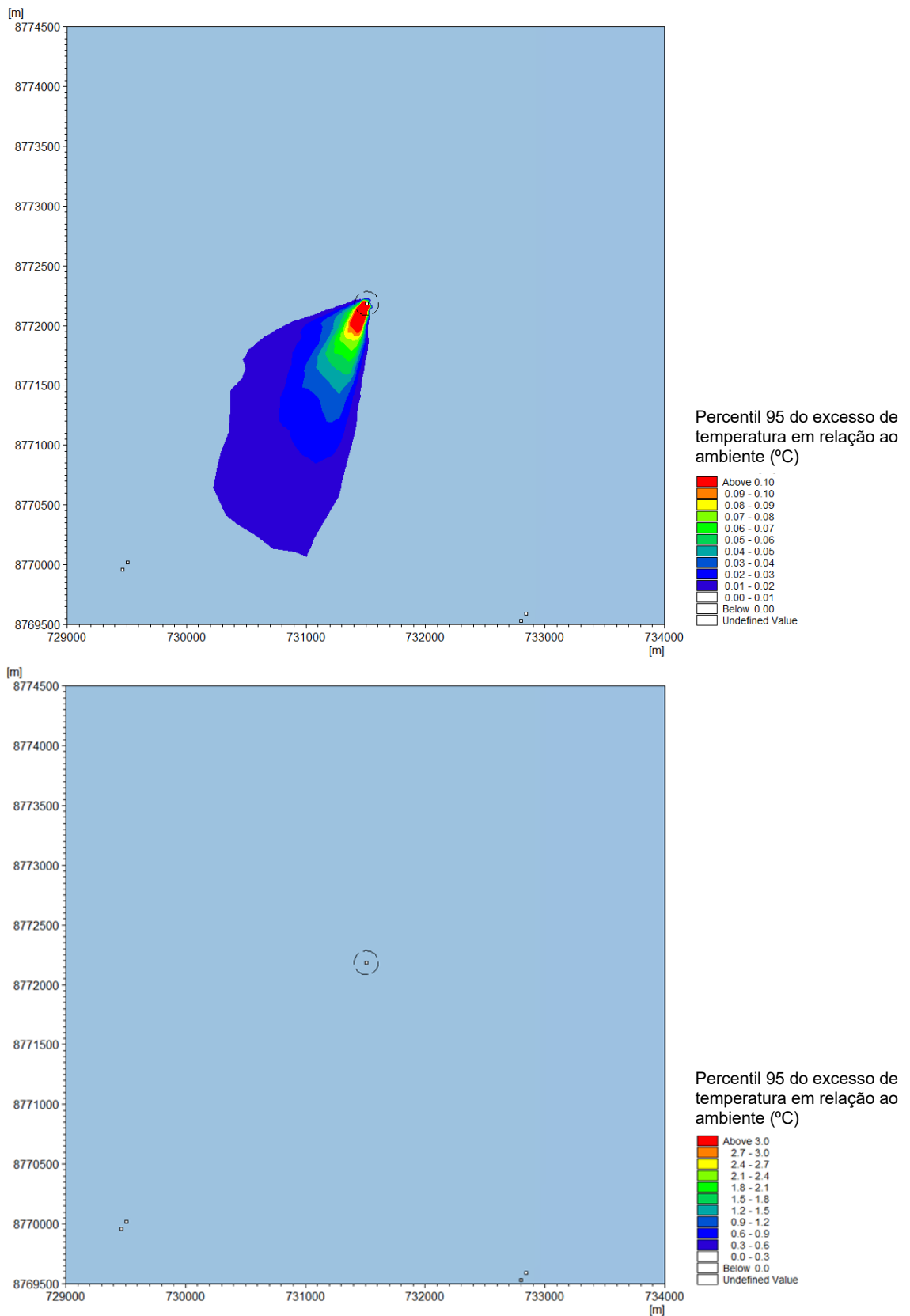


Figura AVII.25: Aumento de percentil 95 de temperatura durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 2. Limiares de 0,1 °C (cima) e 3 °C (baixo)

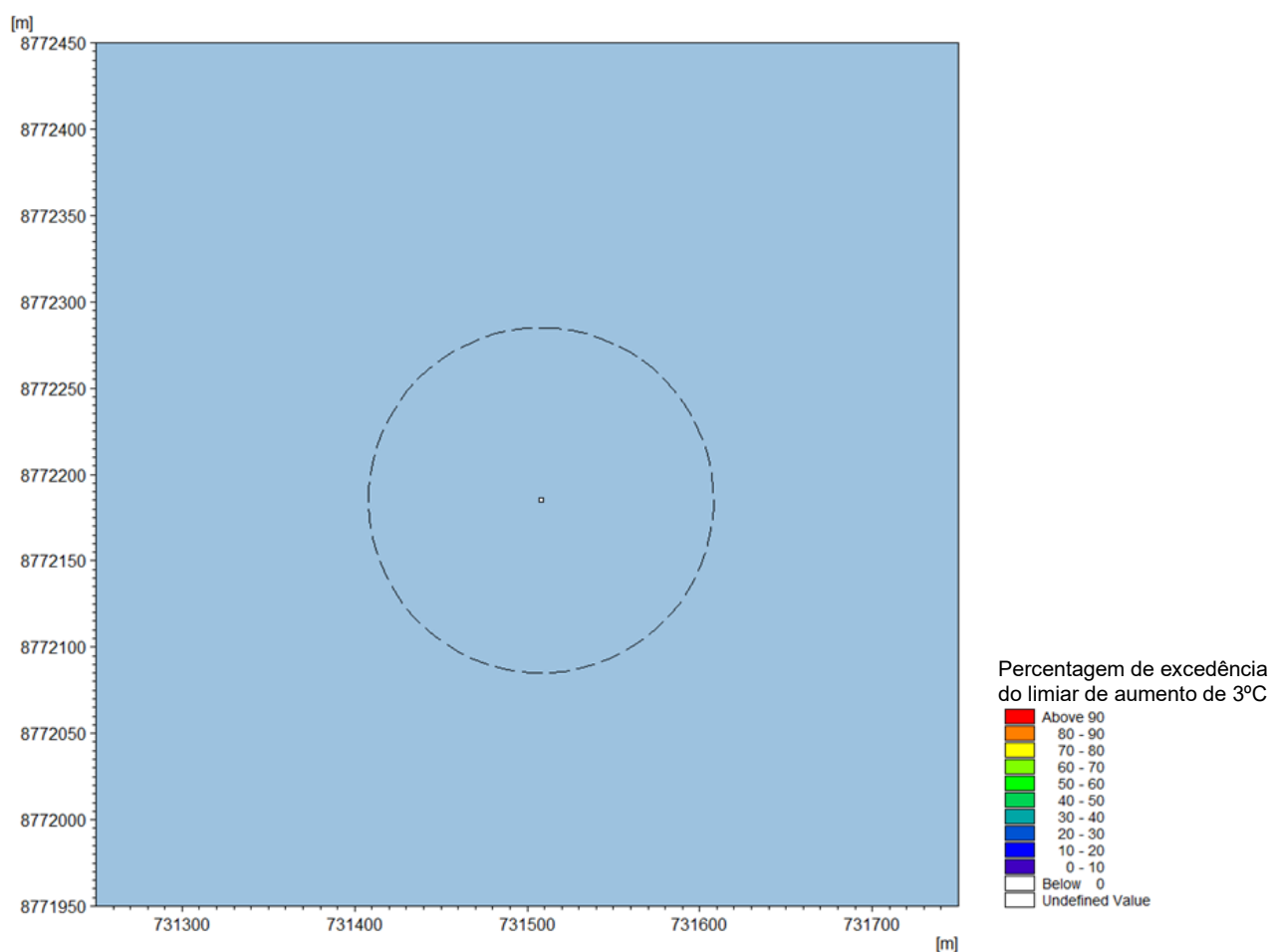


Figura AVII.26: Percentagem de excedência do limiar de aumento de temperatura de 3°C durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 2

AVII.3.3.4.3. Pico de Descarga – Cenário 3 (Março)

Gráficos espaciais para os valores máximos estatísticos, percentis 99 e 95 dos valores de temperatura em excesso são apresentados na Figura AVII.27 até a Figura AVII.29 para o cenário de velocidade de corrente típico (Março).

O gráfico de percentagem de excedência para temperatura em excesso é apresentado na Figura AVII.30.

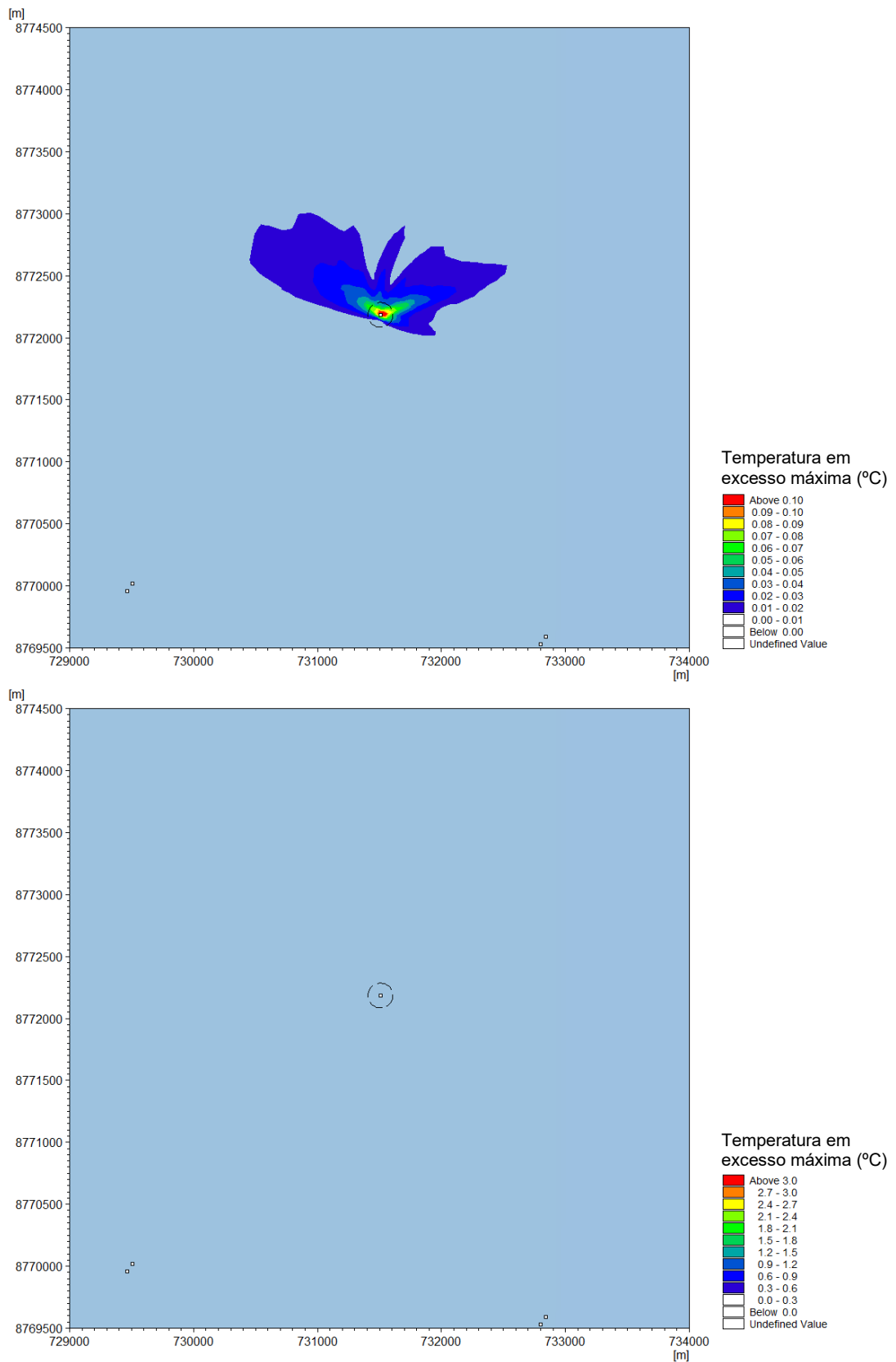


Figura AVII.27: Aumento máximo de temperatura durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 3. Limiares de 0,1 °C (cima) e 3 °C (baixo)

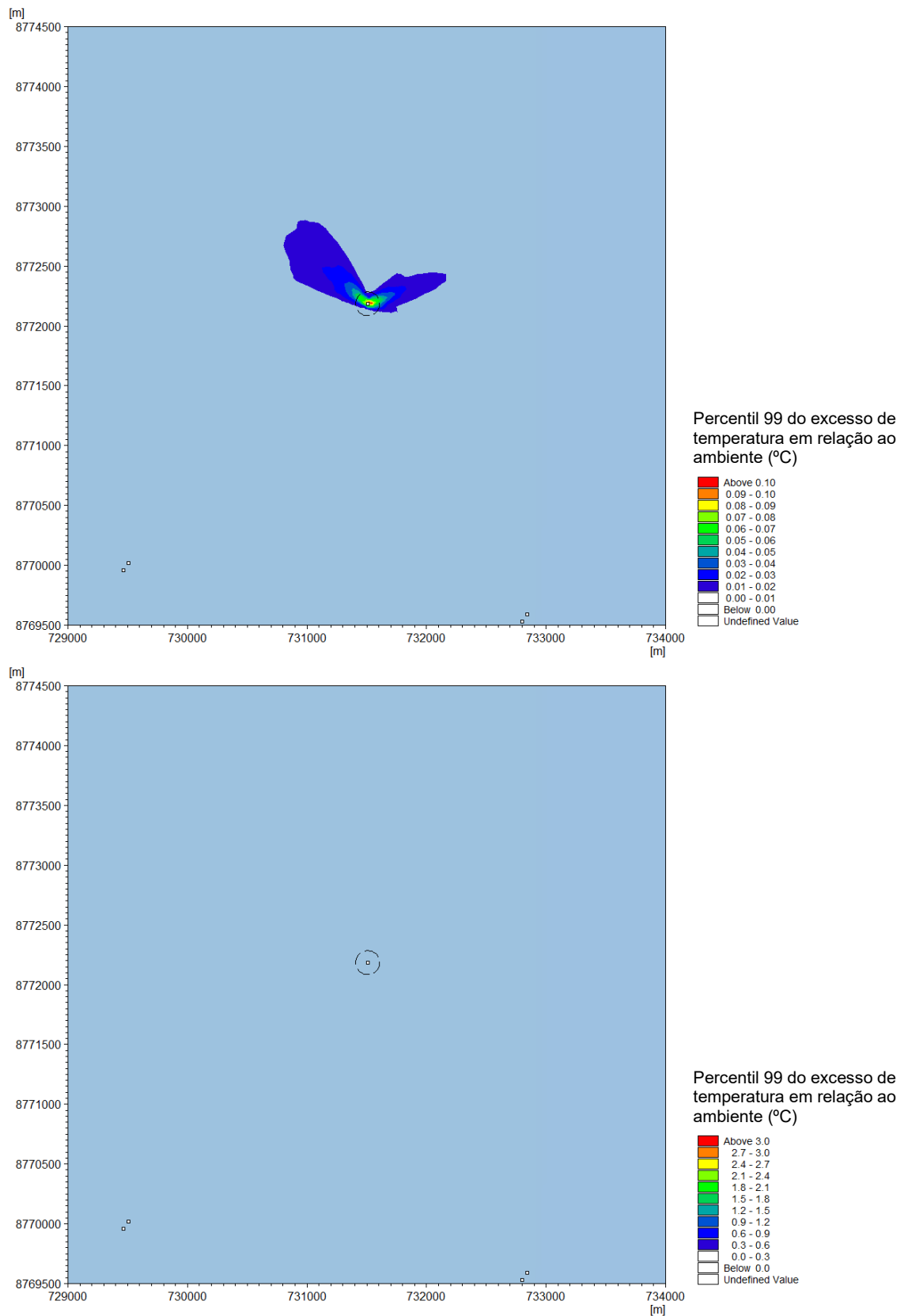


Figura AVII.28: Aumento de percentil 99 de temperatura durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 3. Limiares de 0,1 °C (cima) e 3 °C (baixo)

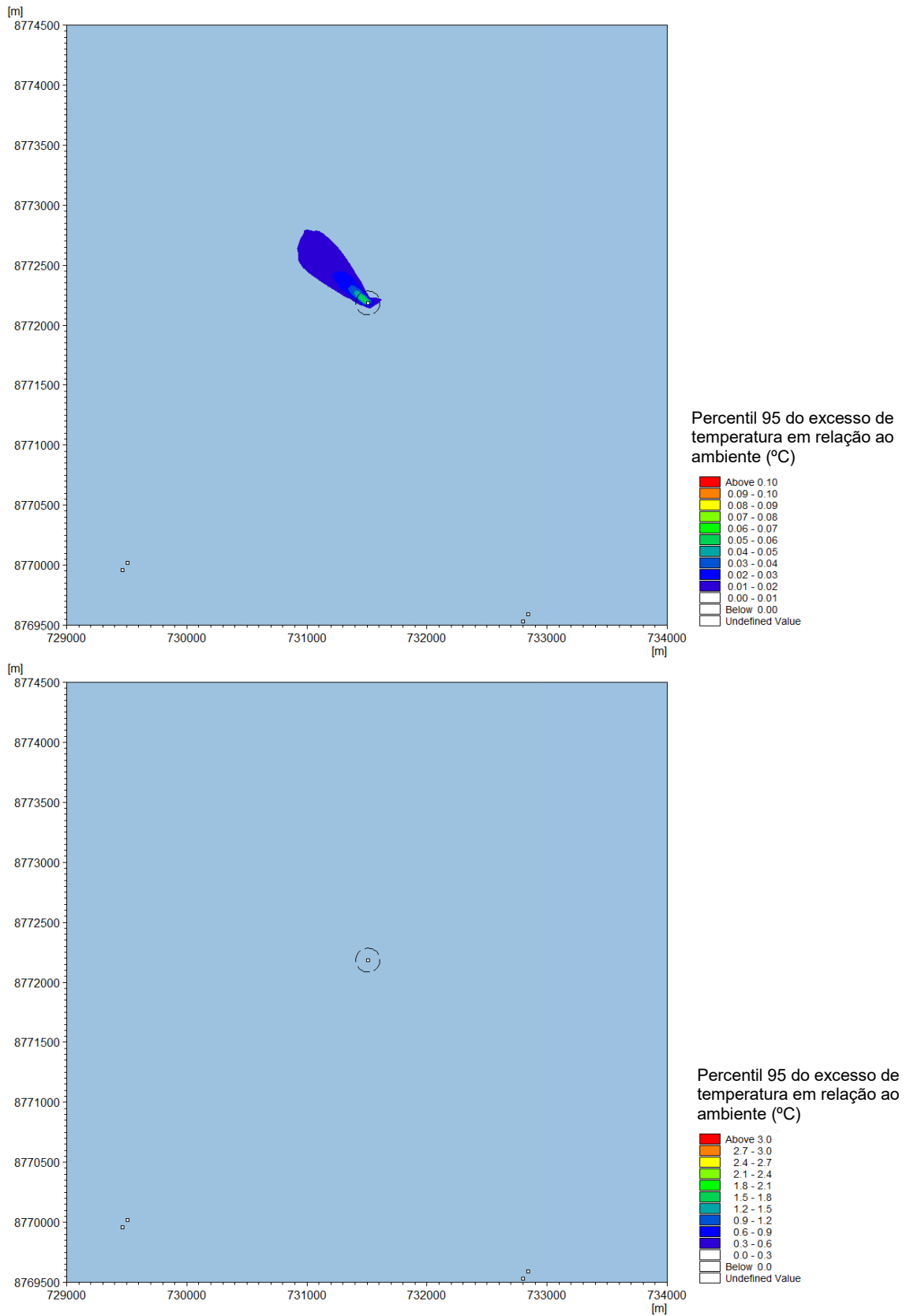


Figura AVII.29: Aumento de percentil 95 de temperatura durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 3. Limiares de 0,1 °C (cima) e 3 °C (baixo)

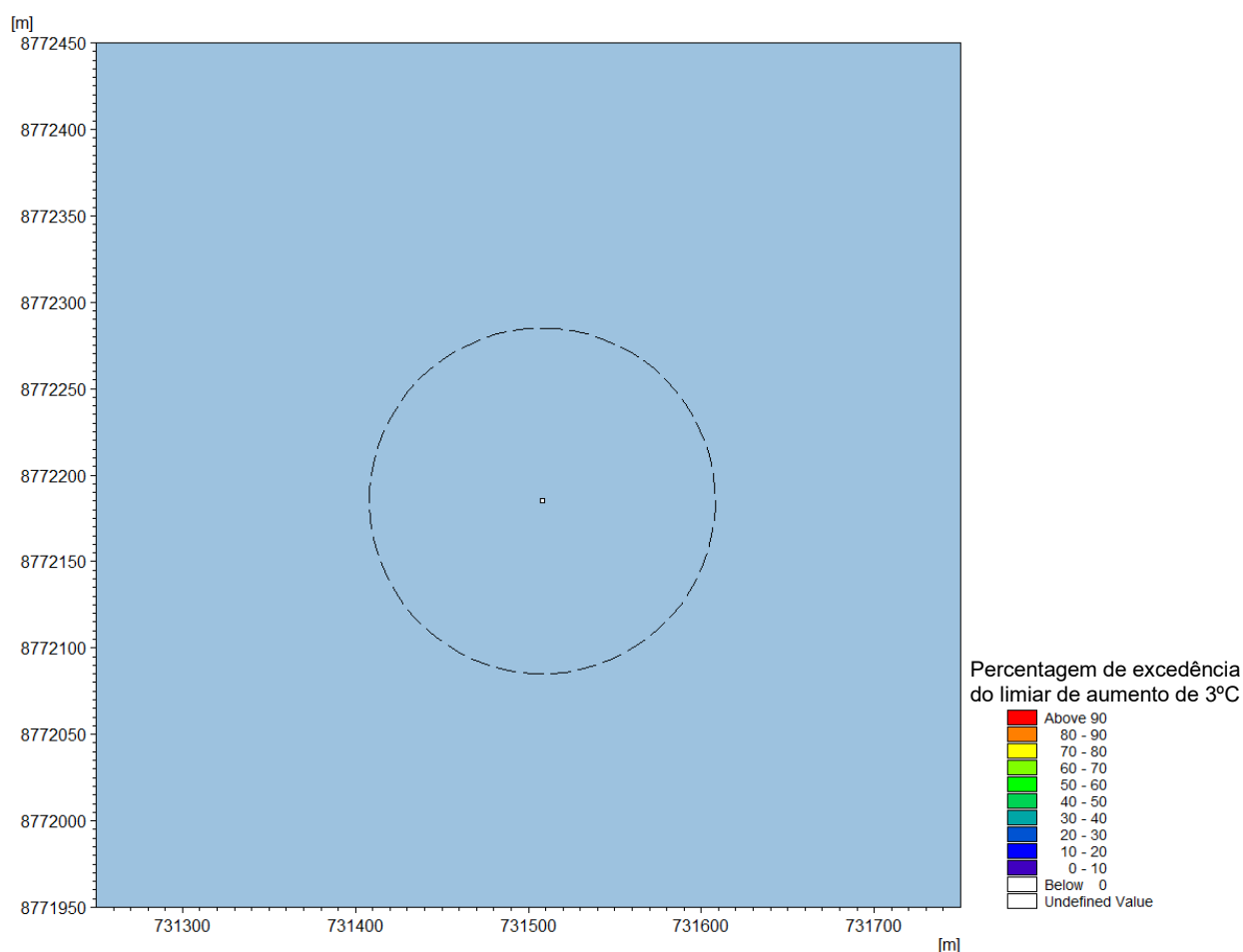


Figura AVII.30: Percentagem de excedência do limiar de aumento de temperatura de 3°C durante a simulação de descarga de água de refrigeração para o Cenário 3

AVII.3.3.4.4. Pico de Descarga – Resumo

Um resumo do aumento máximo de temperatura para os três cenários é mostrado na Tabela AVII.18. De acordo com os padrões para a água do mar ambiente, o aumento da temperatura não deve ultrapassar os 3 °C na borda da zona de mistura de 100 m. Como visto no resumo abaixo, o aumento máximo de temperatura foi previsto no Cenário 02 com um aumento de 0,39 °C, que está bem abaixo do padrão de 3 °C. O Cenário 02 resulta no aumento de temperatura mais elevado para a descarga de água de refrigeração, pois o Cenário 02 representa as condições de corrente ambiente mais baixas.

Tabela AVII.18: Aumento máximo de temperatura para os três cenários sob pico de descarga da água de refrigeração

Cenários	Aumento máximo de temperatura (°C) na borda da zona de mistura de 100 m
Cenário 1 (Maio)	0,33 (direcção ESE)
Cenário 2 (Outubro)	0,39 (direcção SSW)
Cenário 3 (Março)	0,11 (direcção ENE)

AVII.3.3.5. Resultados do Modelo da Zona de Mistura CORMIX

AVII.3.3.5.1. Descarga Média

Os resultados do aumento da temperatura em estado estacionário para a descarga de água de refrigeração sob descarga média para os três cenários são apresentados na Figura AVII.31. Como pode ser visto, prevê-se que o aumento da temperatura esteja muito abaixo do padrão de 3°C, a distâncias inferiores a 10 m da descarga. Na borda da zona de mistura, o aumento máximo é inferior a 0,4°C.

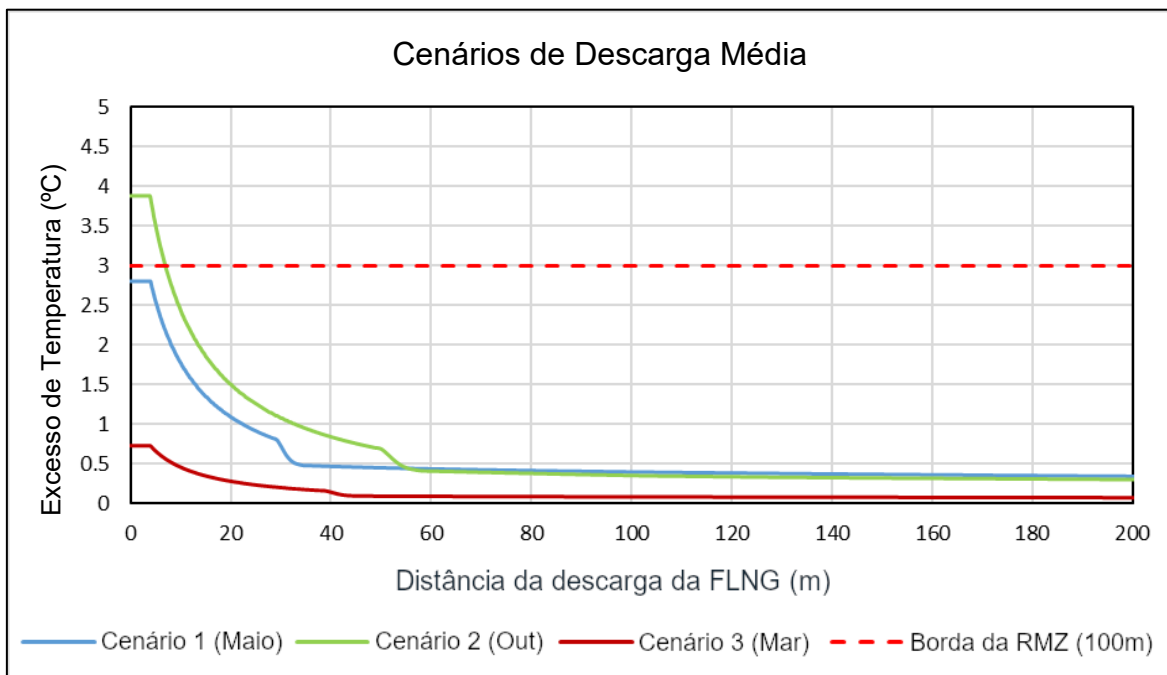


Figura AVII.31: Aumento da temperatura constante durante a simulação de descarga de água de refrigeração para todos os cenários de descarga média

AVII.3.3.5.2. Pico de Descarga

Os resultados do aumento da temperatura em estado estacionário para a descarga de água de refrigeração sob pico de descarga para os três cenários são apresentados na Figura AVII.32. Como pode ser visto, prevê-se que o aumento da temperatura esteja muito abaixo do padrão de 3 °C, a distâncias inferiores a 10 m da descarga. No limite da zona de mistura, o aumento máximo é inferior a 0,37 °C.

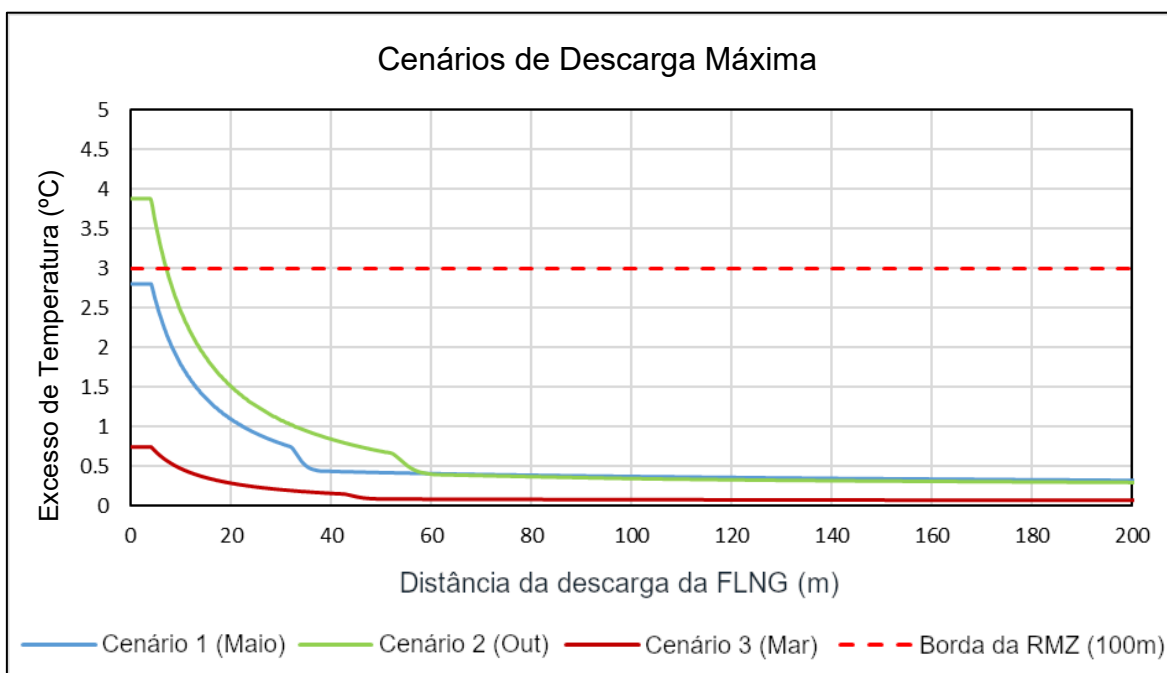


Figura AVII.32: Aumento da temperatura constante durante a simulação de descarga de água de refrigeração para todos os cenários de pico de descarga

AVII.3.4. Modelação da Descarga de Água Produzida

AVII.3.4.1. Configuração do Modelo

O efeito da descarga de água produzida será estimado modelando a contribuição da descarga para as concentrações na coluna de água ambiente. Essas concentrações serão calculadas usando a concentração máxima do constituinte na superfície (ou seja, a diluição mínima) calculada pelo modelo DHI MIKE, com base na modelação hidrodinâmica estabelecida (ver Secção AVII.3.2 para detalhes sobre a metodologia hidrodinâmica).

Os dados do efluente fornecidos pela MRV caracterizam a água produzida tratada para três constituintes, com a temperatura também adicionada devido aos seus efeitos na vida marinha:

- Cinco dias de Demanda Biológica de Oxigénio (DBO₅);
- Sólidos suspensos totais (SST);
- Óleo (presume-se que representa óleo e gordura);
- Temperatura

Deve-se notar que, embora seja conhecido que a água produzida captada do reservatório tem também concentrações relevantes de fenóis, este constituinte não foi incluído nesta avaliação, dado que o sistema de tratamento de água produzida da FLNG é concebido para reduzir as concentrações de fenol no efluente tratado descarregado até 0,5 mg/L. Esta concentração na descarga cumpre com o padrão nacional de qualidade da água ambiente, pelo que não se espera qualquer impacto relevante associado ao fenol.

Foi criado um modelo 3-D aninhado com uma extensão de cerca de 30 km por 30 km centrados no local da FLNG com uma resolução mais elevada de cerca de 30 m.

AVII.3.4.2. Entradas e Padrões

Dados de Condição de Entrada

- As condições de fronteira para o modelo de campo próximo aninhado (DHI MIKE) foram derivadas da saída regional de modelos hidrodinâmicos de baixa resolução, de campo distante.

Padrões de Qualidade Ambiental da Água do Mar

Os padrões ambientais de qualidade da água usados para os componentes acima mencionados são apresentados na Tabela AVII.19. A Tabela AVII.20 apresenta os limites de emissão do efluente tratado de água produzida.

Tabela AVII.19: Padrões de qualidade ambiental da água do mar para os constituintes modelados para a descarga de água produzida

Parâmetro	Unidade	Padrões de Qualidade Ambiental
Temperatura	°C	menos de 3 de mudança a 100 m do ponto de descarga ^a
DBO ₅	mg/L	5 ^b

Referências: ^a Diretrizes de SSA da IFC para projectos de petróleo e gás em mar alto; ^b Anexo V, Decreto n.º 18/2004 (emendado pelo Decreto n.º 67/2010).

Tabela AVII.20: Limites de emissão do efluente de água produzida tratada

Parâmetro	Padrão de Projecto ^a
Teor de óleo	42 mg/L (máximo diário) 29 mg/L (média mensal)

Referência: ^a Diretrizes de SSA da IFC para projectos de petróleo e gás em mar alto.

AVII.3.4.3. Cenários

A Tabela AVII.21 resume a visão geral dos cenários de modelação para modelos DHI MIKE, enquanto a Tabela AVII.22 e a Tabela AVII.23 resumem as taxas de fluxo de descarga de água produzida e as concentrações de descarga, respectivamente. Nestas simulações, presume-se que a descarga seja contínua ao longo dos períodos mensais de simulação, conforme descrito na Secção AVII.3.2.5.

Os resultados indicam uma avaliação das concentrações incrementais adicionais.

Para a modelação, estimou-se que a descarga será para o segmento modelo que representa a camada superior de 5 m, abaixo do nível do mar. A profundidade de descarga está projectada a 10 m; devido à rápida diluição de solutos observada no domínio do modelo na profundidade de descarga inicial correspondente à camada superficial do modelo que varia de 0 a 5 m abaixo do

MSL, o modelo não foi actualizado, pois os resultados indicam que a descarga a 10 m de profundidade teria um impacto insignificante na diluição. Neste caso, este cenário é visto como uma abordagem conservadora do pior cenário.

Tabela AVII.21: Cenários de modelação

Componente de Modelação	Condições Hidrodinâmicas	Condição de Descarga
Óleo e Gorduras	Velocidade de Corrente Alta (Cenário 1)	Média / pico
	Velocidade de Corrente Baixa (Cenário 2)	
	Velocidade de Corrente Típica (Cenário 3)	
DBO ₅	Velocidade de Corrente Alta (Cenário 1)	Média / pico
	Velocidade de Corrente Baixa (Cenário 2)	
	Velocidade de Corrente Típica (Cenário 3)	
SST	Velocidade de Corrente Alta (Cenário 1)	Média / pico
	Velocidade de Corrente Baixa (Cenário 2)	
	Velocidade de Corrente Típica (Cenário 3)	
Temperatura	Velocidade de Corrente Alta (Cenário 1)	Média / pico
	Velocidade de Corrente Baixa (Cenário 2)	
	Velocidade de Corrente Típica (Cenário 3)	

Tabela AVII.23: Caudais da descarga de água produzida

Descrição	Descarga Média		Pico de Descarga	
	m ³ /h	m ³ /s	m ³ /h	m ³ /s
Taxa de fluxo	32	0,00889	62	0,01722

Tabela AVII.22: Concentrações na descarga do efluente

Componente	Unidade	Concentração de Descarga
Óleo e Gorduras	mg/L	10
DBO ₅	mg/L	599
SST	mg/L	35
Temperatura	°C	38

AVII.3.4.4. Resultados da Modelação

O modelo de dispersão de água produzida foi executado em três períodos de simulação de um mês separados (ver Tabela AVII.21). As simulações incluíram um período prévio de 7 dias antes das datas de início para permitir que os níveis de água e as correntes se estabilizassem (o período prévio é, no entanto, excluído no pós-processamento dos resultados). As saídas relevantes do modelo são a temperatura e vários solutos (óleo e gordura, DBO₅, SST), modelados como

marcadores conservadores, concentrações em intervalos horários ao longo da duração de cada simulação.

Os resultados do modelo de dispersão de água produzida foram processados para fornecer os valores estatísticos máximo e alto percentil do aumento de temperatura, bem como a percentagem de excedência acima do limiar especificado de 3 °C. Apenas são fornecidos os valores máximos estatísticos de aumento da concentração para os vários solutos. São mostradas zonas de mistura com raios de 100 m e 300 m como círculos tracejados nos gráficos de temperatura e solutos, respectivamente. Os gráficos são apresentados com uma escala de valores cujo valor máximo representa o limiar relevante, se aplicável. Nos casos em que não são visíveis plumas para o valor-limiar relevante, é fornecida um gráfico adicional de acordo com uma escala de valores mais baixa, a fim de apresentar o comportamento da pluma, embora com valores insignificamente baixos.

Os percentis são termos estatísticos usados para descrever como certos valores se comparam a outros valores dentro do mesmo conjunto de dados. Um valor na marca do percentil 95 indica que 95% dos valores no conjunto de dados são menores e 5% dos valores são maiores do que esse valor. Portanto, os valores do percentil 95 e 99 são representações precisas do que se pode esperar como valores extremos de percentil elevado e têm sido usados aqui para produzir gráficos extremos de comportamentos de pluma.

A percentagem de gráficos de excedência mostra a duração como uma percentagem do tempo de execução em que as concentrações em excesso excedem um limiar especificado.

AVII.3.4.4.1. Pico de Descarga – Cenário 1 (Maio)

Gráficos espaciais para os valores máximos estatísticos, percentis 99 e 95 dos valores de temperatura em excesso são apresentados na Figura AVII.33 até a Figura AVII.35 para o cenário de alta velocidade de corrente (Maio).

O gráfico de percentagem de excedência para temperatura em excesso é apresentado na Figura AVII.36.

As parcelas espaciais para os valores estatísticos de concentração máxima de solutos em excesso (óleo e gordura, DBO₅, SST) são fornecidas na Figura AVII.37 à Figura AVII.39.

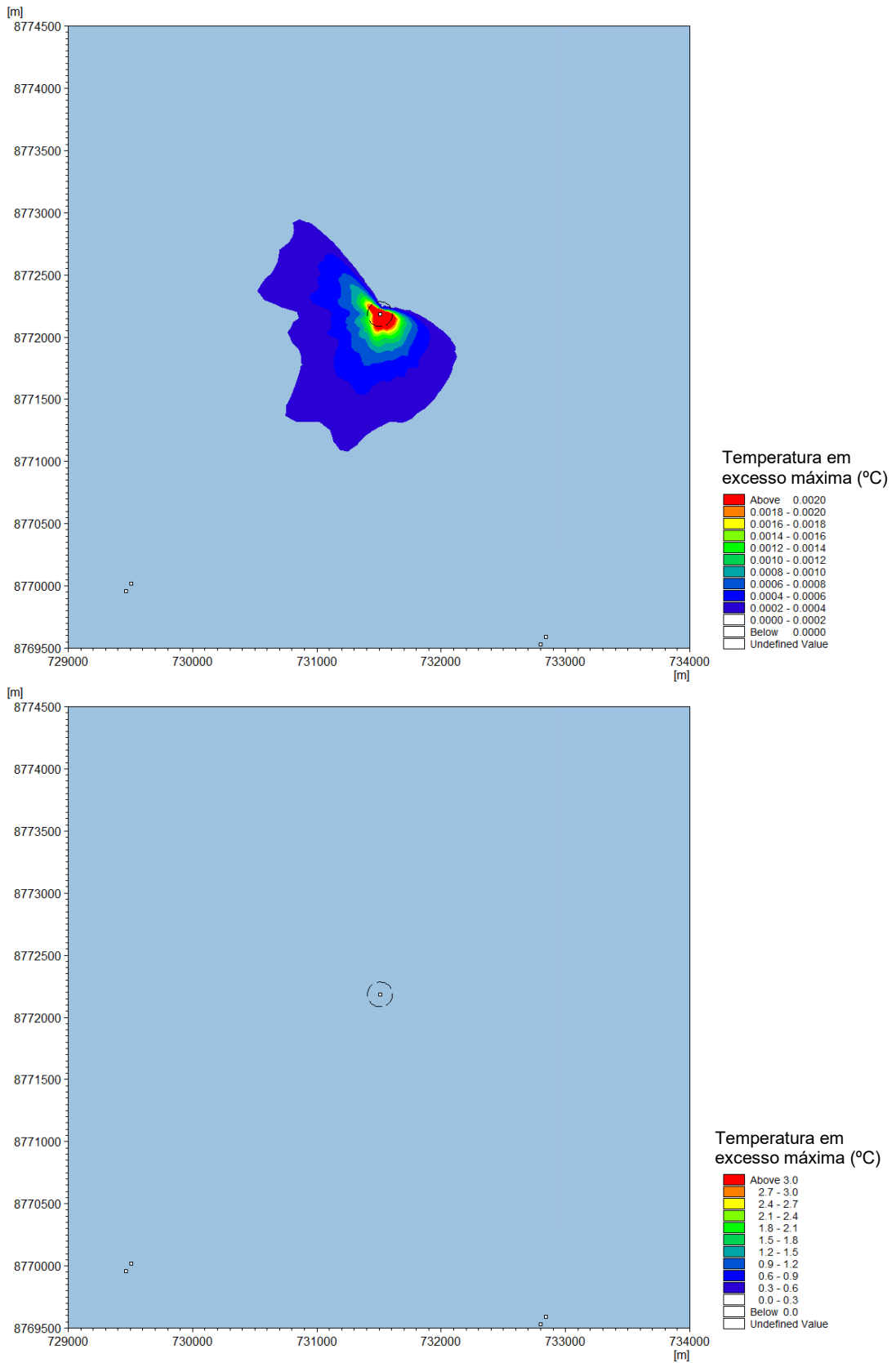


Figura AVII.33: Aumento máximo de temperatura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 1. Limiares de 0,002 °C (cima) e 3 °C (baixo)

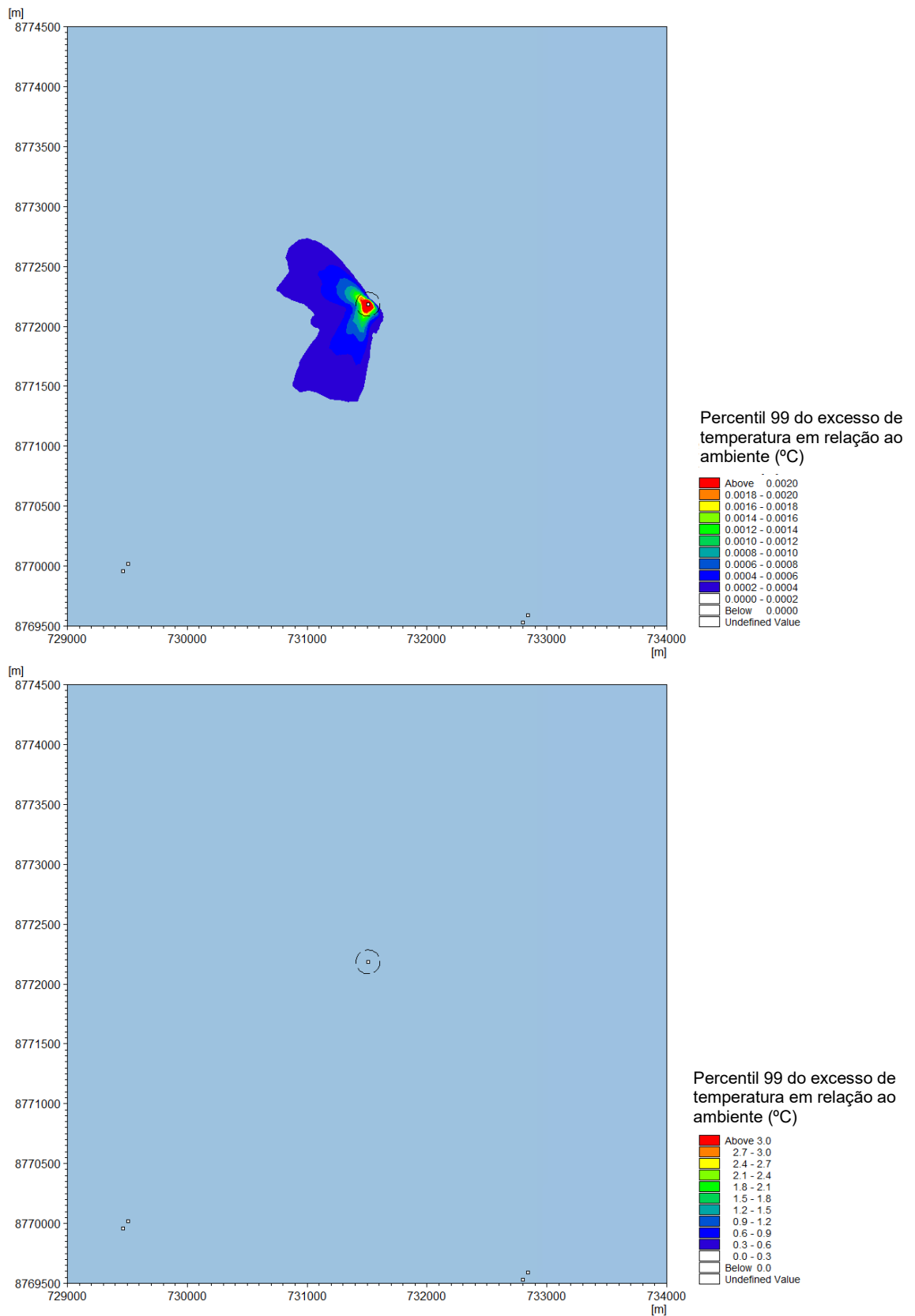


Figura AVII.34: Aumento de percentil 99 de temperatura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 1. Limiares de 0,002 °C (cima) e 3 °C (baixo)

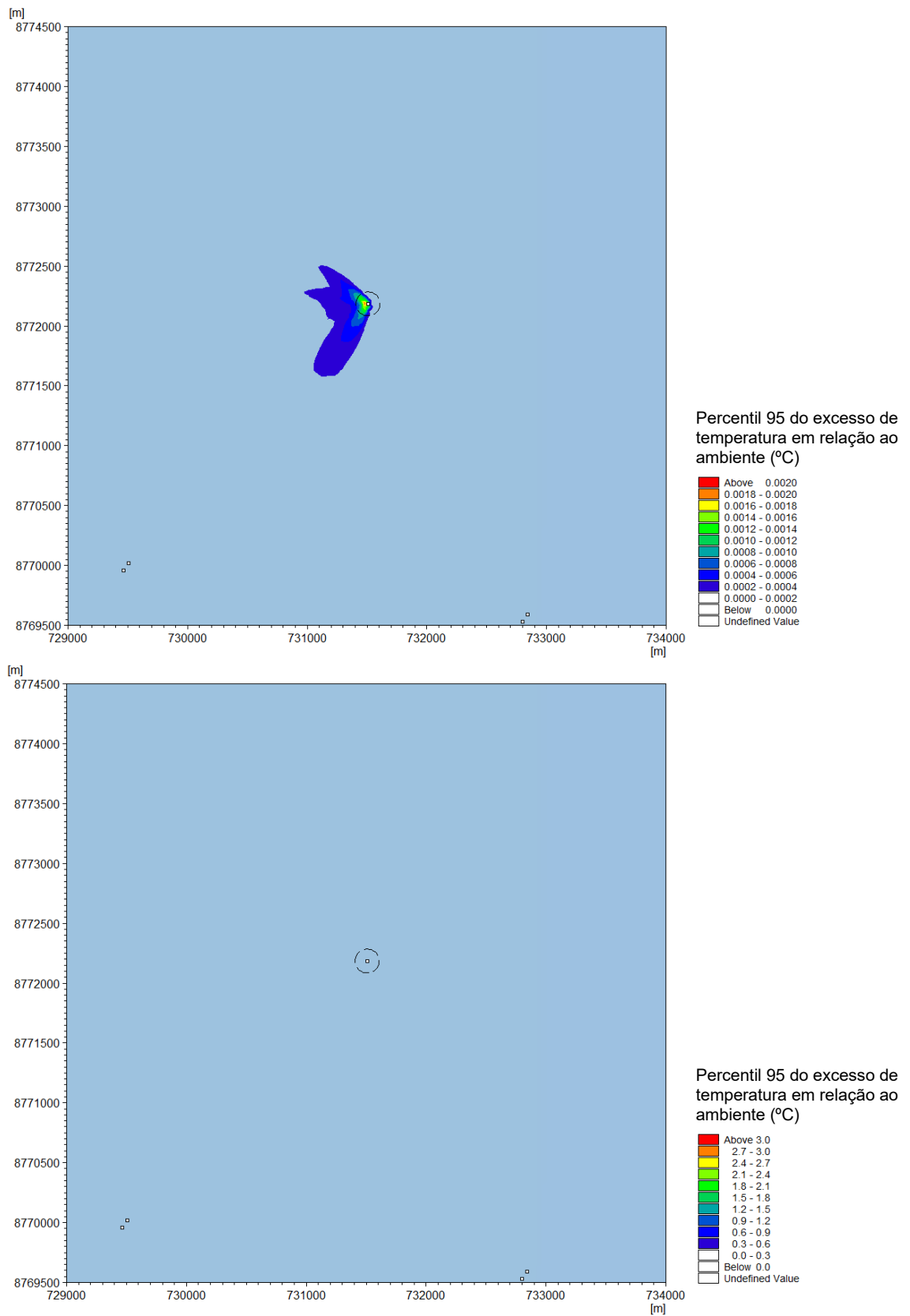


Figura AVII.35: Aumento de percentil 95 de temperatura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 1. Limiares de 0,002 °C (cima) e 3 °C (baixo)

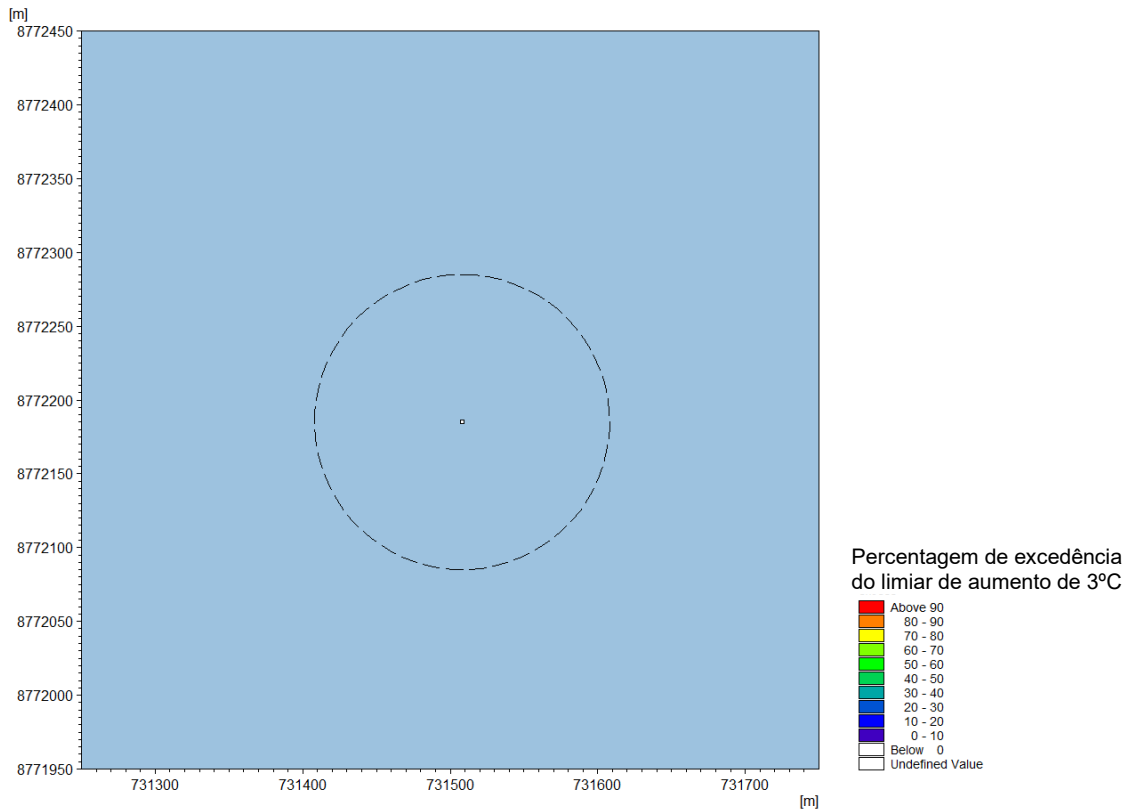


Figura AVII.36: Percentagem de excedência do limiar de aumento de temperatura de 3°C durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 1

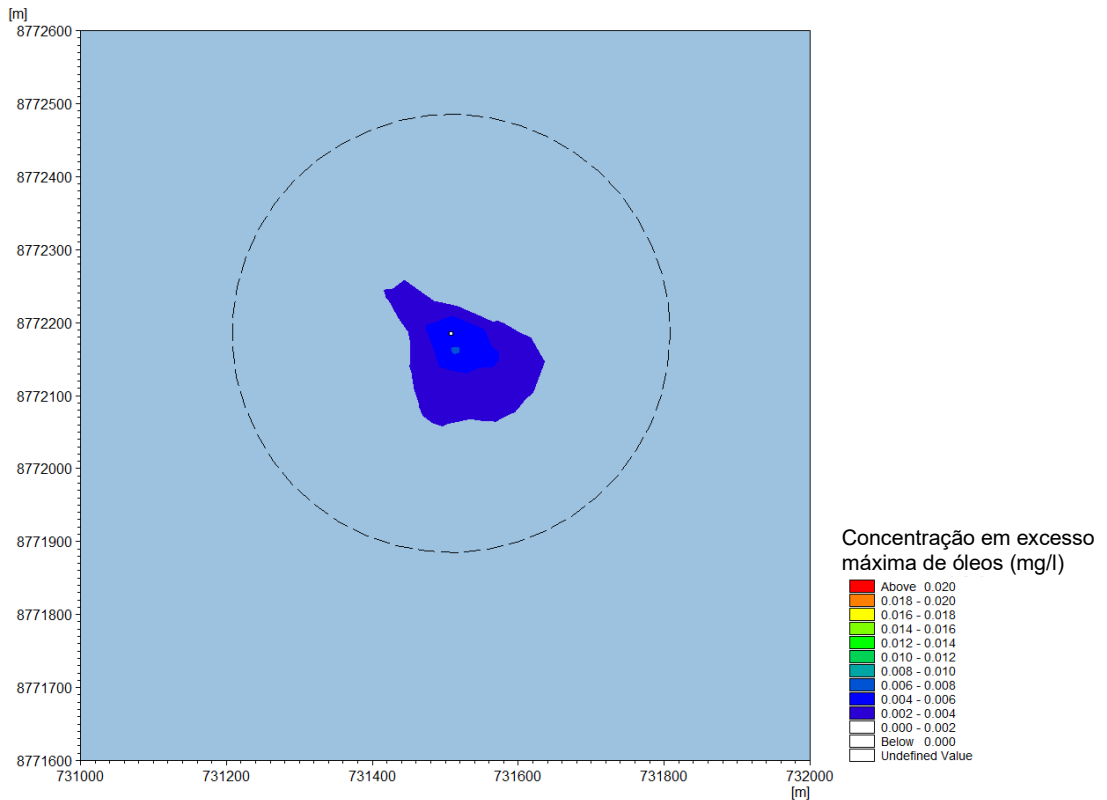


Figura AVII.37: Aumento máximo da concentração de óleo e gordura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 1 (limiar de 0,02 mg/l)

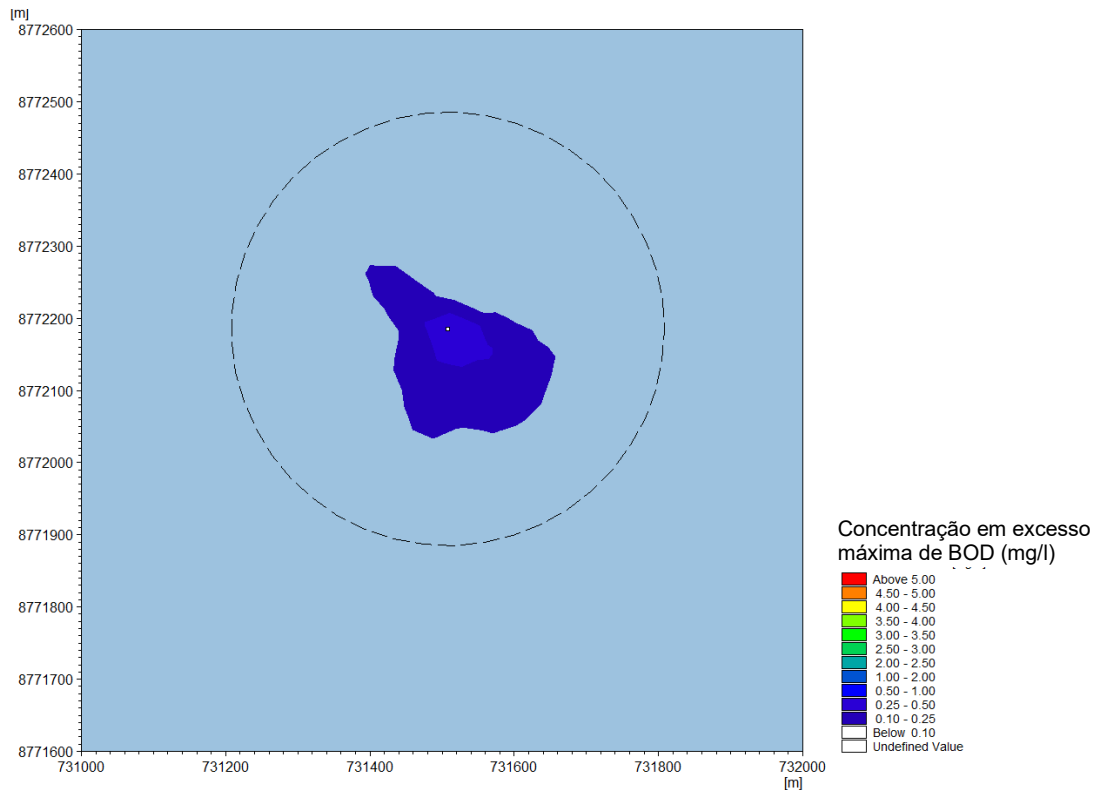


Figura AVII.38: Aumento máximo da concentração de DBO₅ durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 1 (limiar de 5 mg/l)

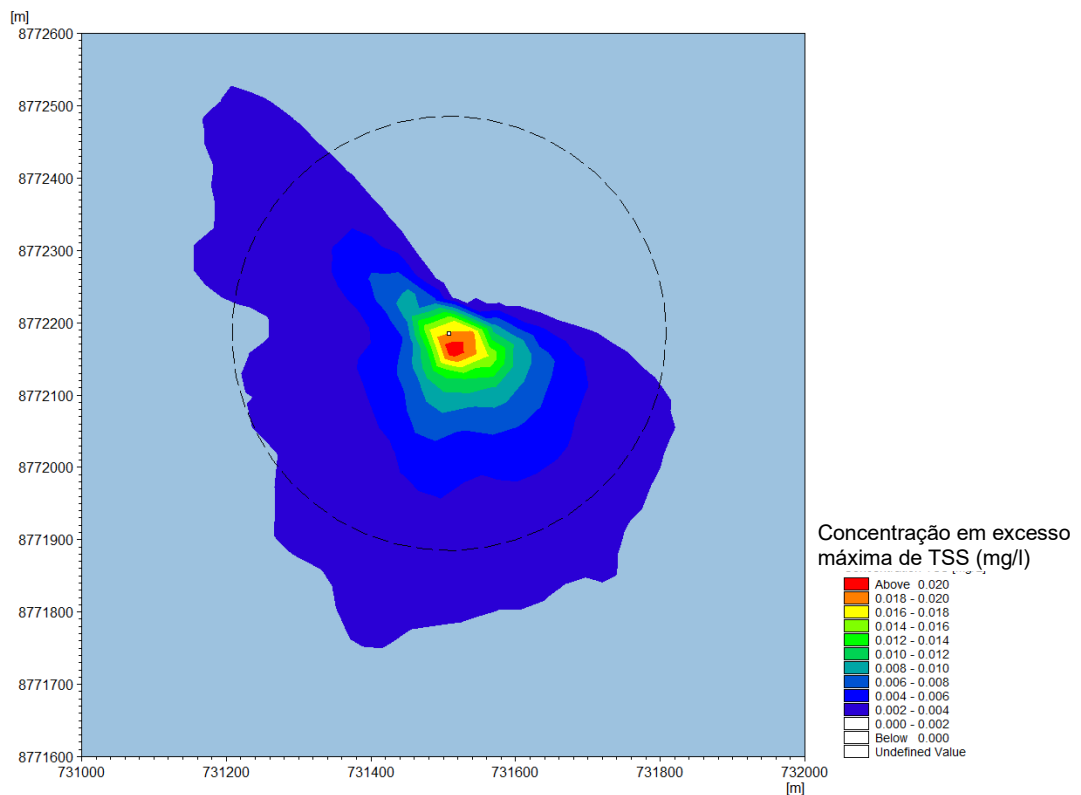


Figura AVII.39: Aumento máximo da concentração de SST durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 1 (limiares de 0,02 mg/l)

AVII.3.4.4.2. Pico de Descarga – Cenário 2 (Outubro)

Gráficos espaciais para os valores máximos estatísticos, percentis 99 e 95 dos valores de temperatura em excesso são apresentados na Figura AVII.40 até a Figura AVII.42 para o cenário de baixa velocidade de corrente (Outubro).

O gráfico de percentagem de excedência para temperatura em excesso é apresentado na Figura AVII.43.

Os gráficos espaciais para os valores estatísticos de concentração máxima de solutos em excesso (óleo e gordura, DBO₅, SST) são fornecidas na Figura AVII.44 à Figura AVII.46.

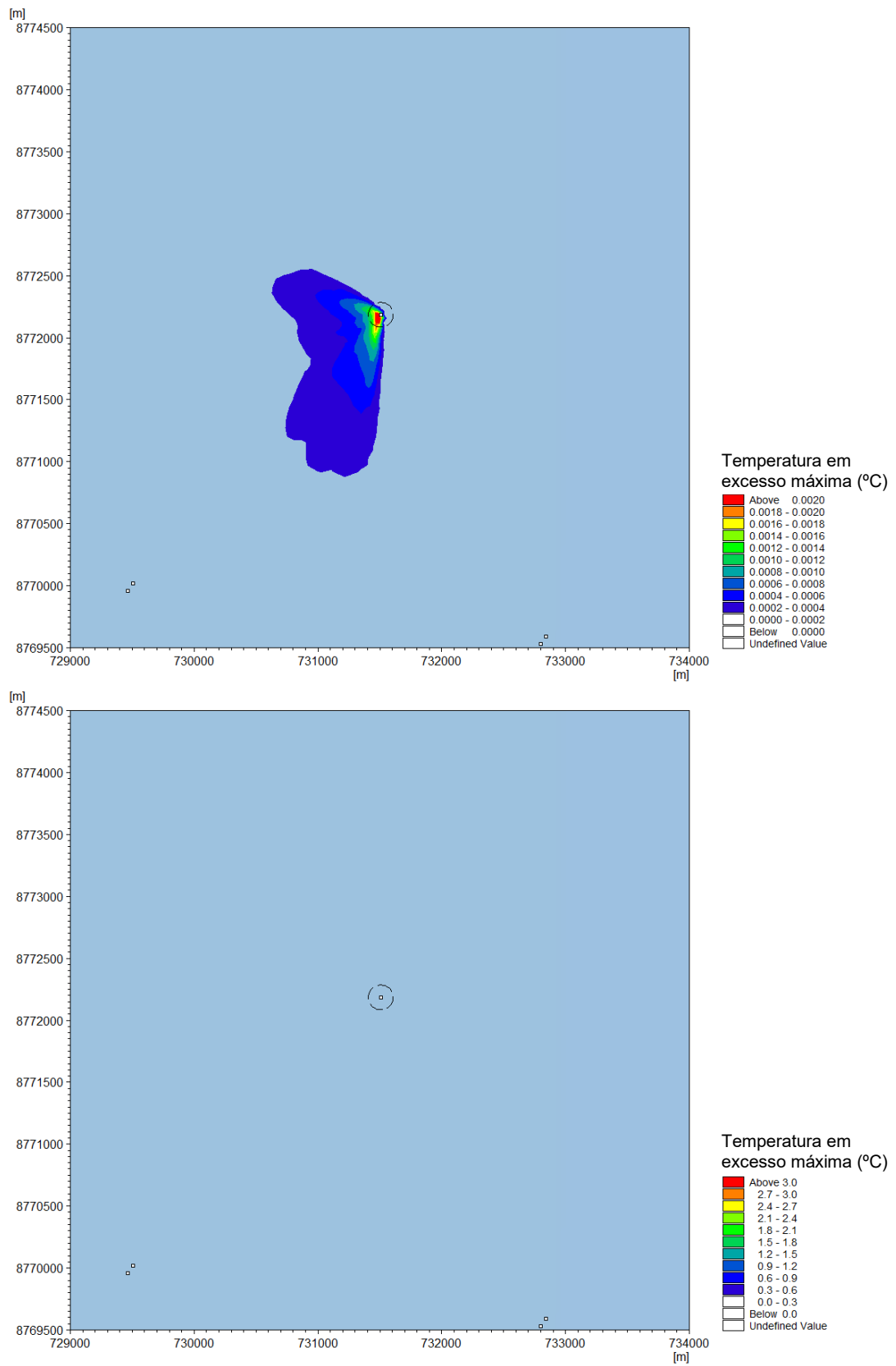


Figura AVII.40: Aumento máximo de temperatura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 2. Limiares de 0,002 °C (cima) e 3 °C (baixo)

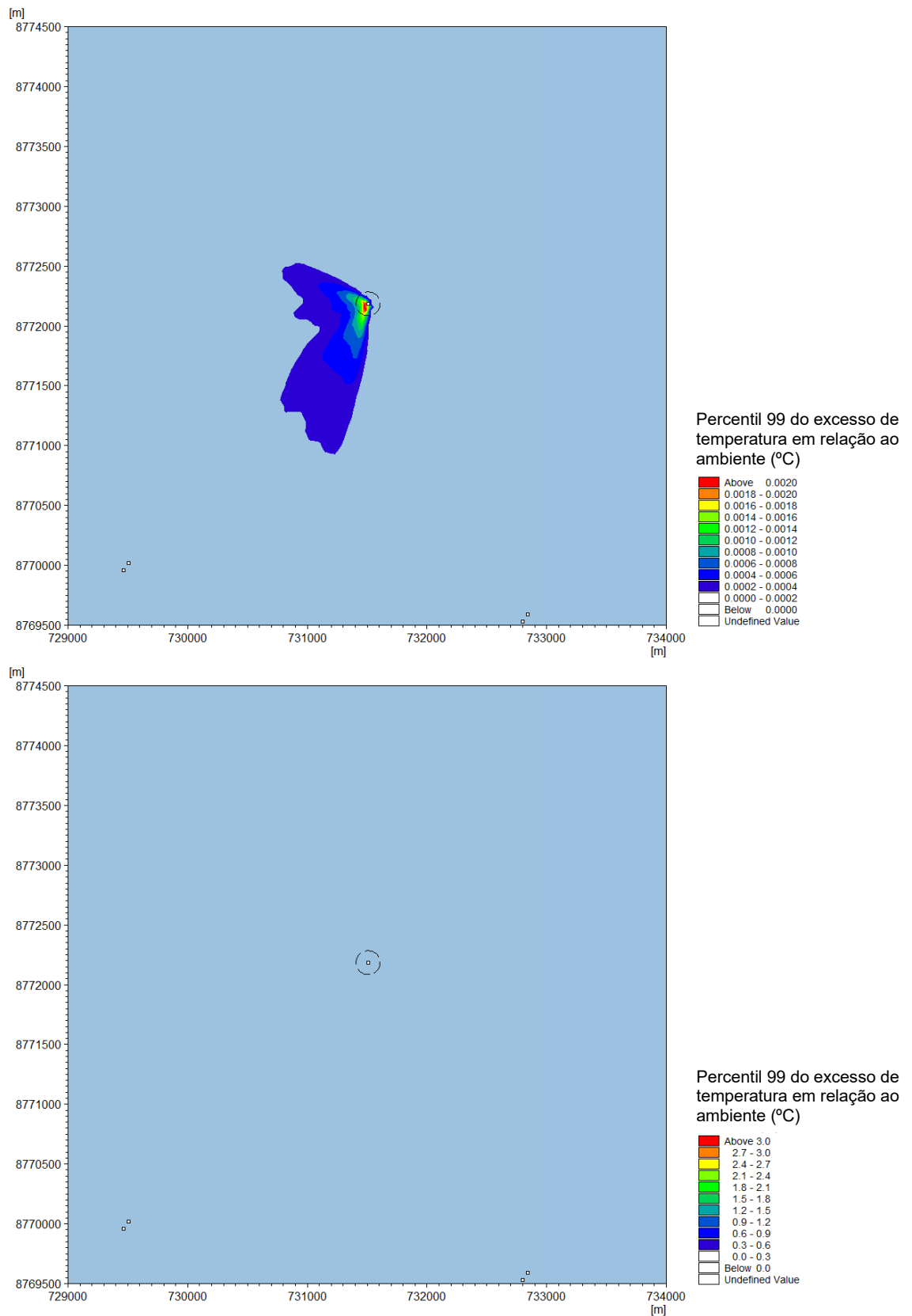


Figura AVII.41: Aumento de percentil 99 de temperatura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 2. Limiares de 0,002 °C (cima) e 3 °C (baixo)

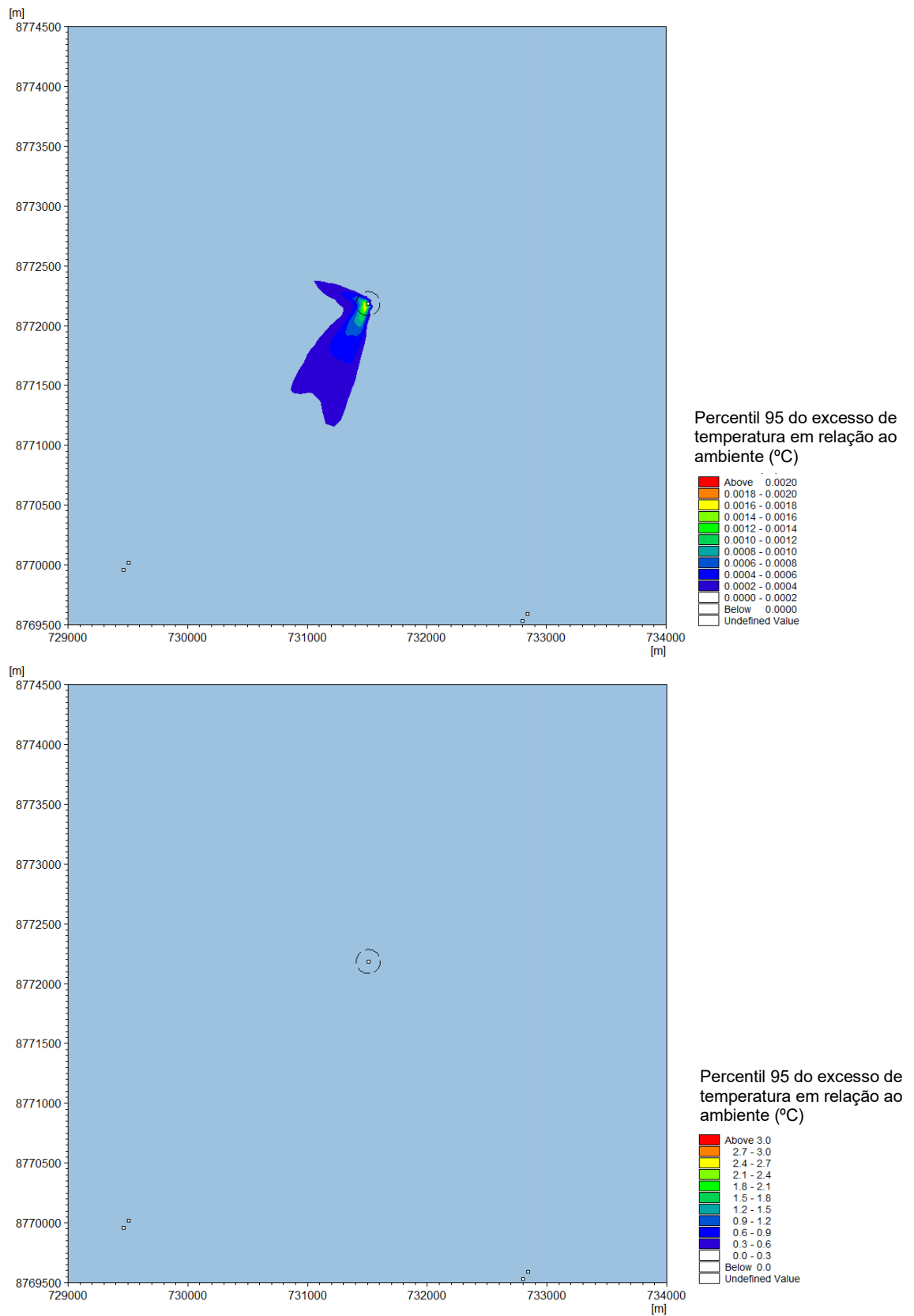


Figura AVII.42: Aumento de percentil 95 de temperatura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 2. Limiares de 0,002 °C (cima) e 3 °C (baixo)

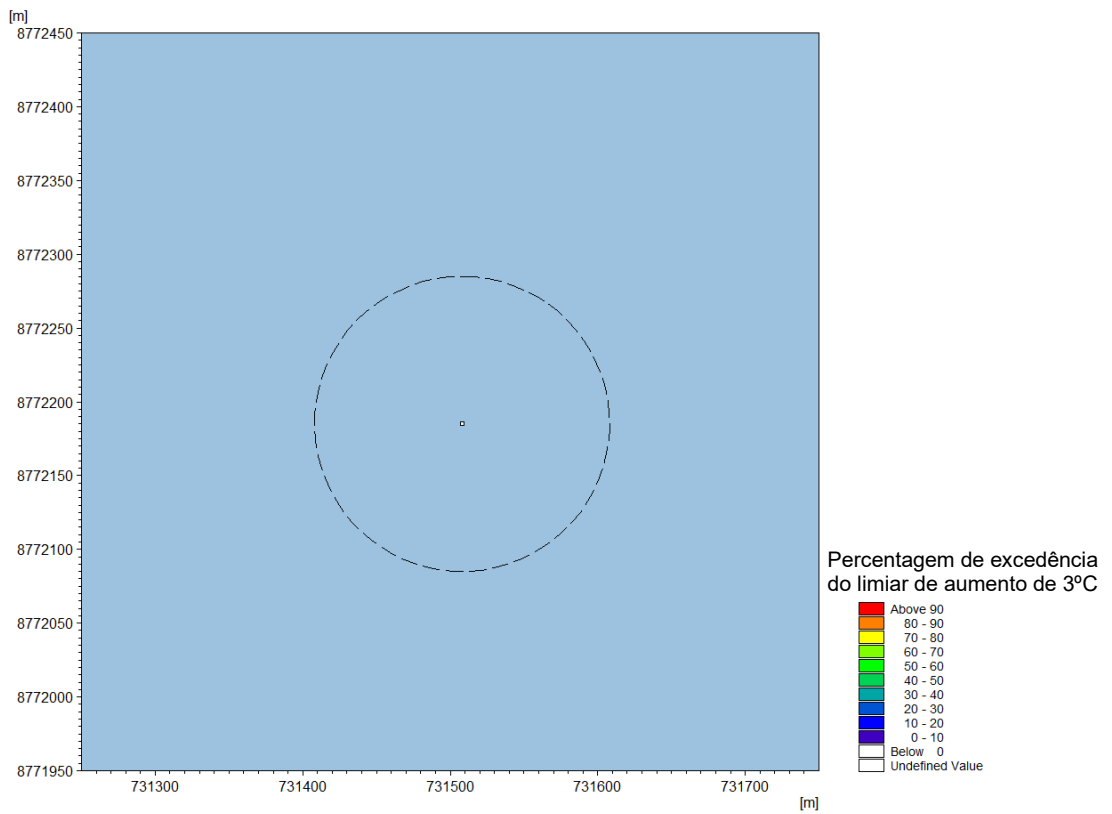


Figura AVII.43: Percentagem de excedência do limiar de aumento de temperatura de 3°C durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 2

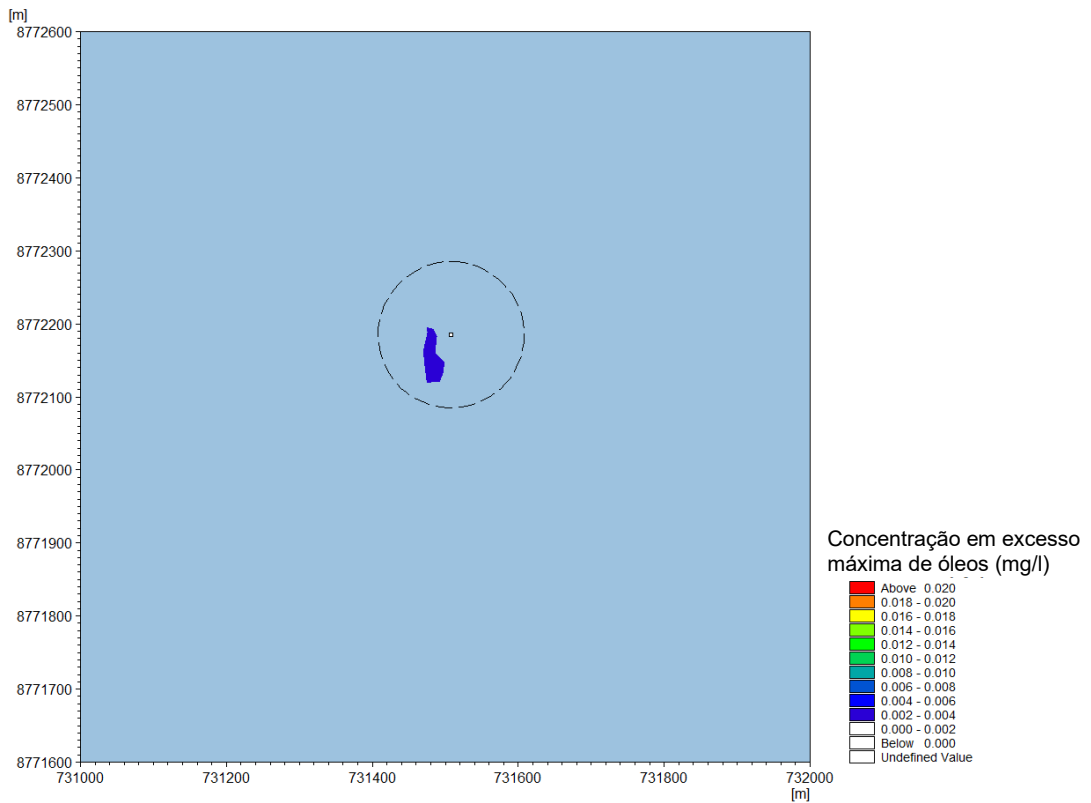


Figura AVII.44: Aumento máximo da concentração de óleo e gordura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 2 (limiar de 0,02 mg/l)

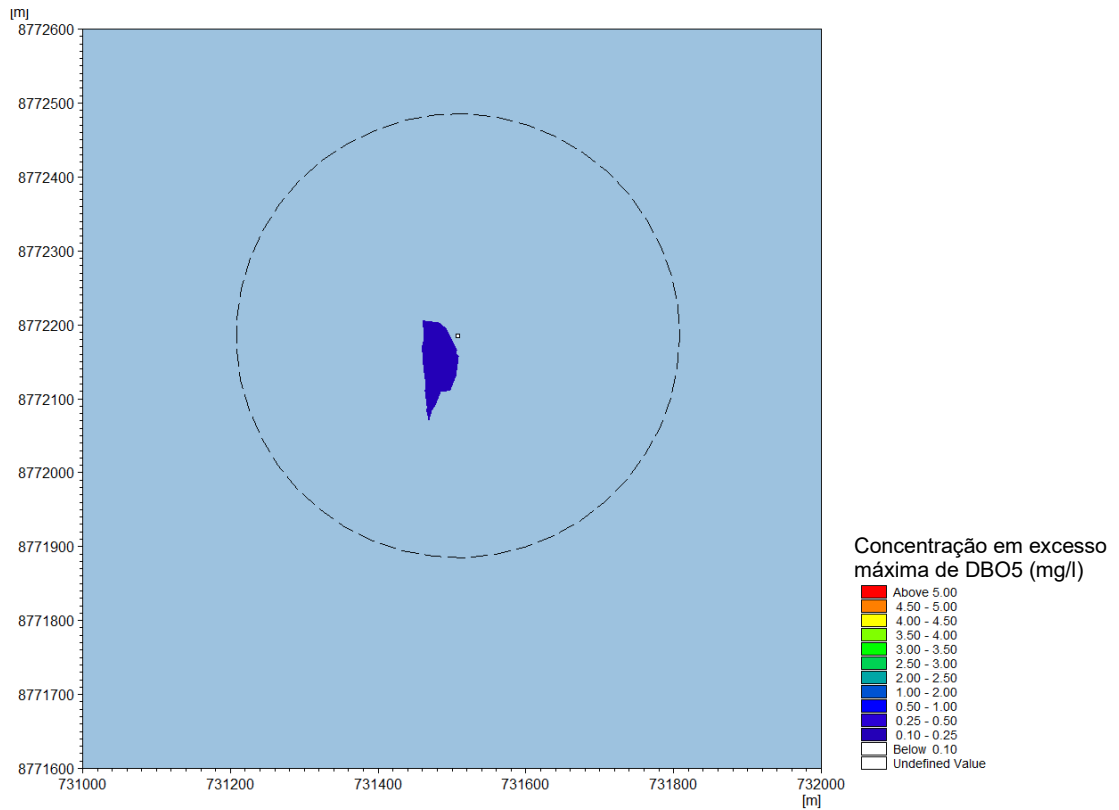


Figura AVII.45: Aumento máximo da concentração de DBO₅ durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 2 (limiar de 5 mg/l)

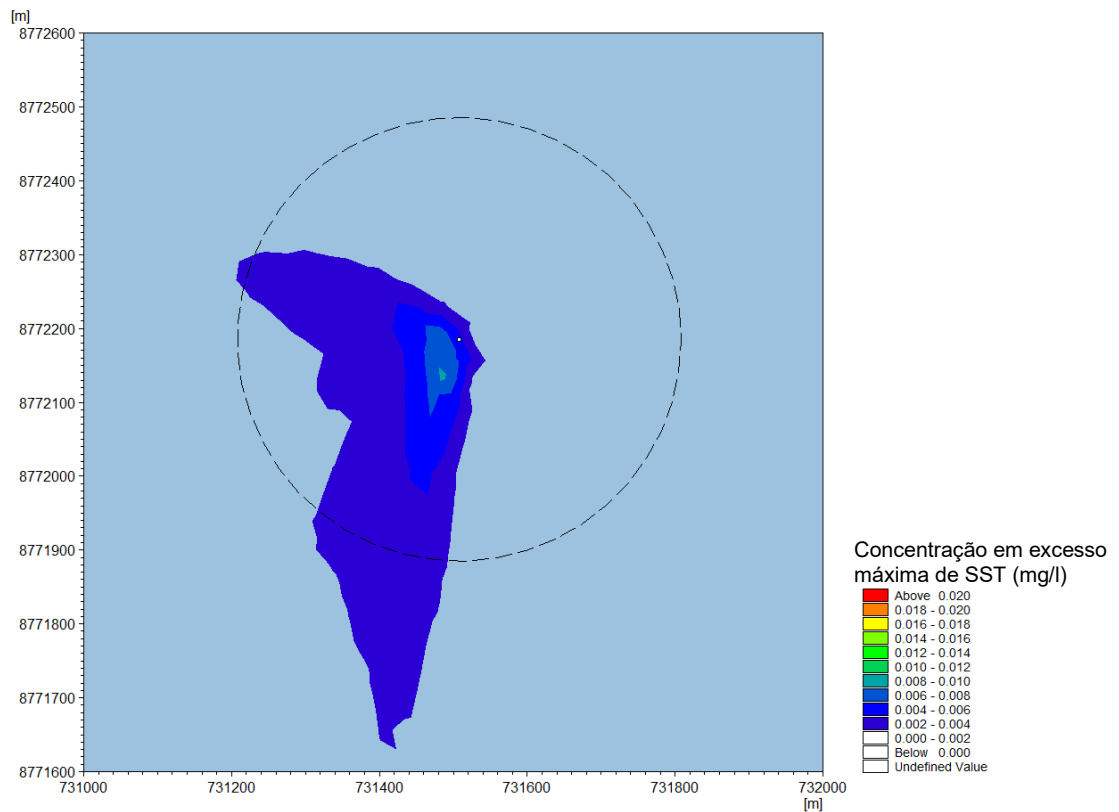


Figura AVII.46: Aumento máximo da concentração de SST durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 2 (limiares de 0,02 mg/l)

AVII.3.4.4.3. Pico de Descarga – Cenário 3 (Março)

Gráficos espaciais para os valores máximos estatísticos, percentis 99 e 95 dos valores de temperatura em excesso são apresentados na Figura AVII.47 até a Figura AVII.49 para o cenário de velocidade de corrente típico (Março).

O gráfico de percentagem de excedência para temperatura em excesso é apresentado na Figura AVII.50.

Os gráficos espaciais para os valores estatísticos de concentração máxima de solutos em excesso (óleo e gordura, DBO₅, SST) são fornecidas na Figura AVII.51 à Figura AVII.53.

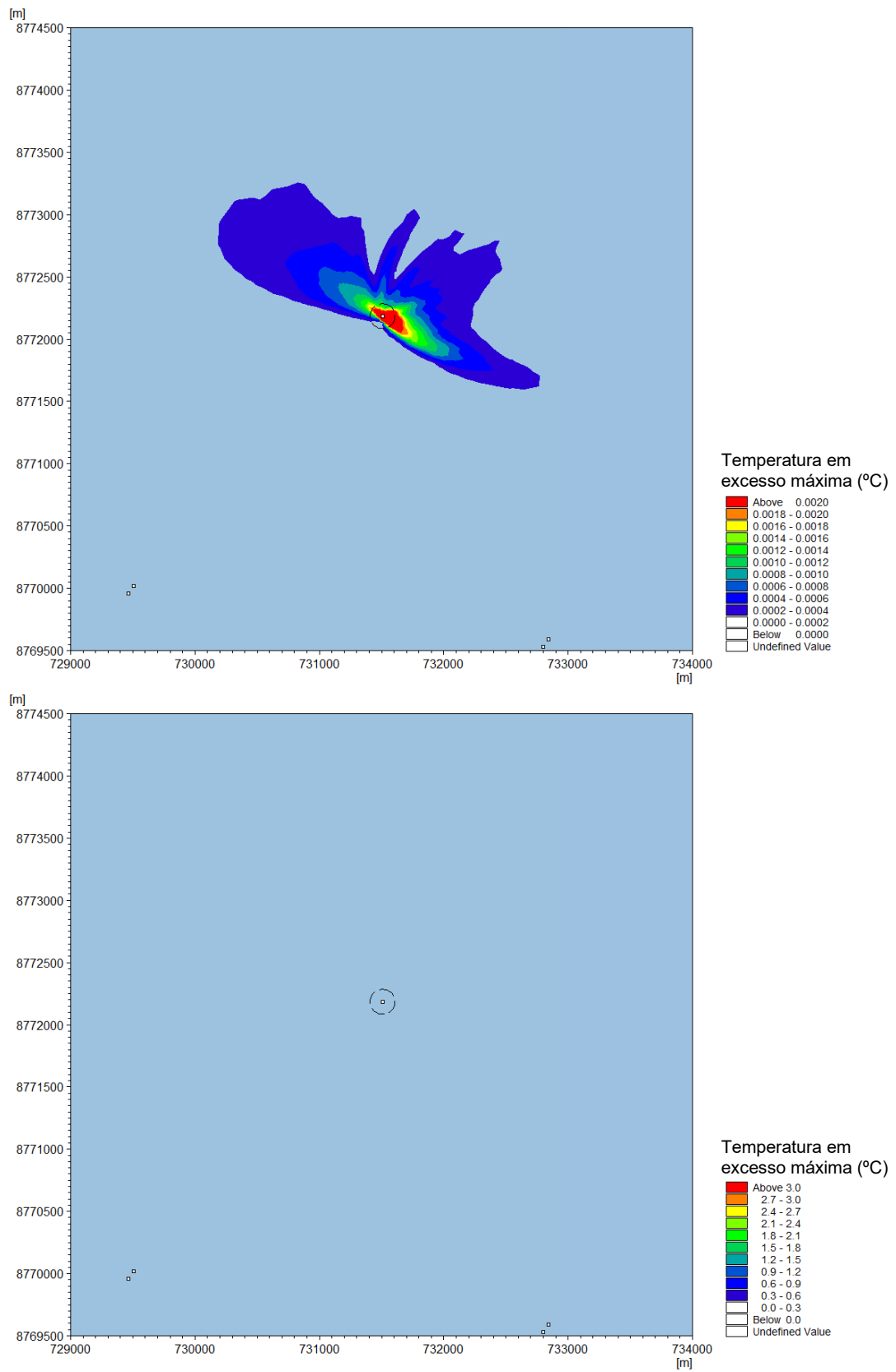


Figura AVII.47: Aumento máximo de temperatura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 3. Limiares de 0,002 °C (cima) e 3 °C (baixo)

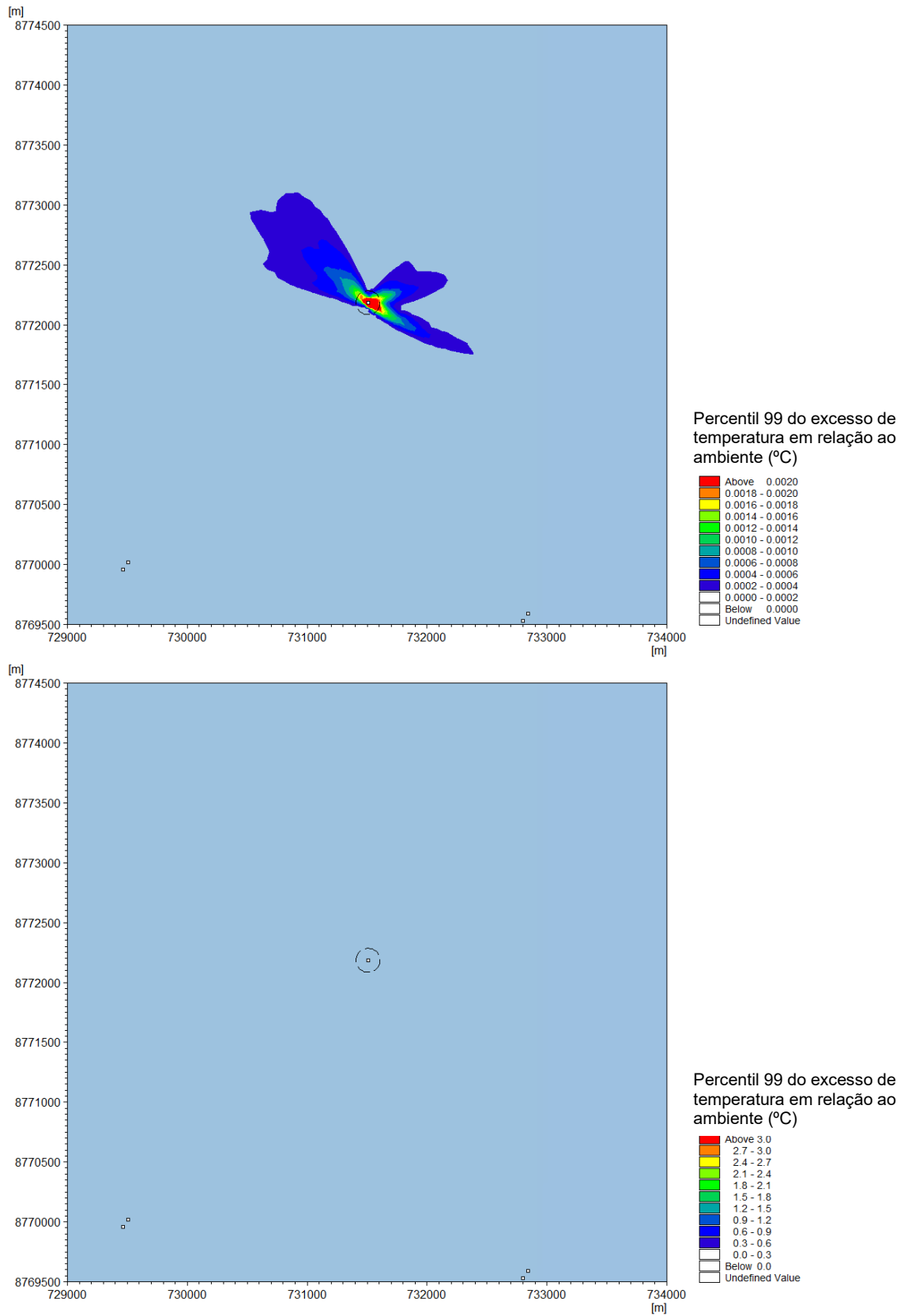


Figura AVII.48: Aumento de percentil 99 de temperatura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 3. Limiares de 0,002 °C (cima) e 3 °C (baixo)

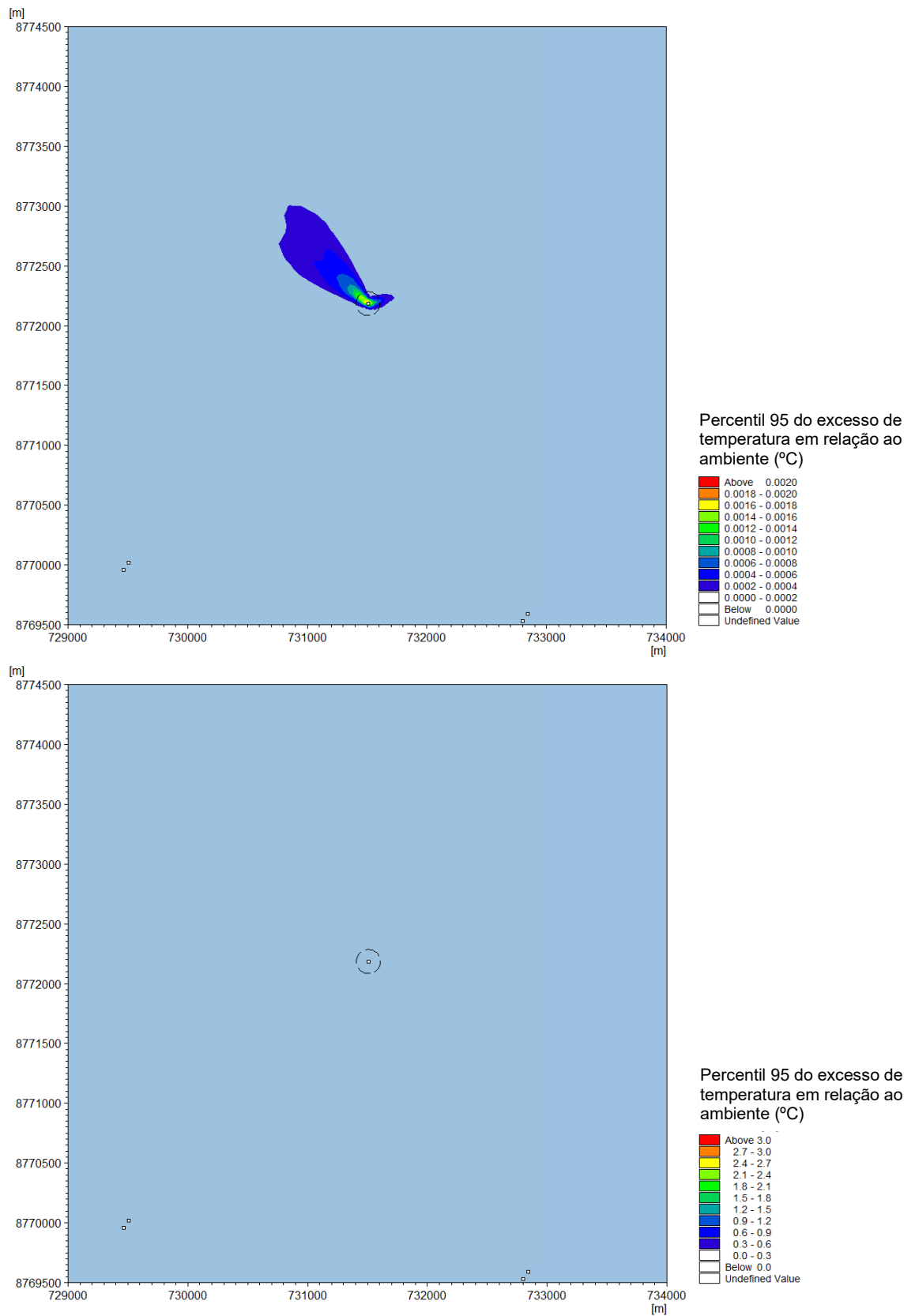


Figura AVII.49: Aumento de percentil 95 de temperatura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 3. Limiares de 0,002 °C (cima) e 3 °C (baixo)

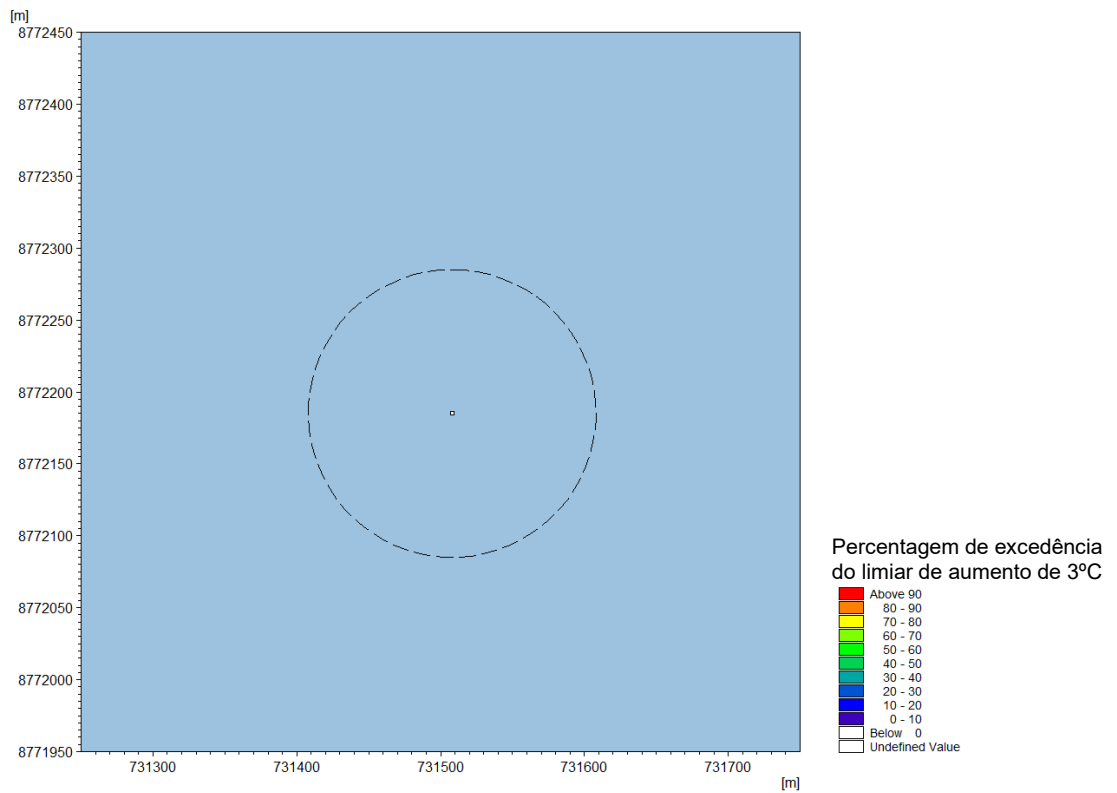


Figura AVII.50: Percentagem de excedência do limiar de aumento de temperatura de 3°C durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 3

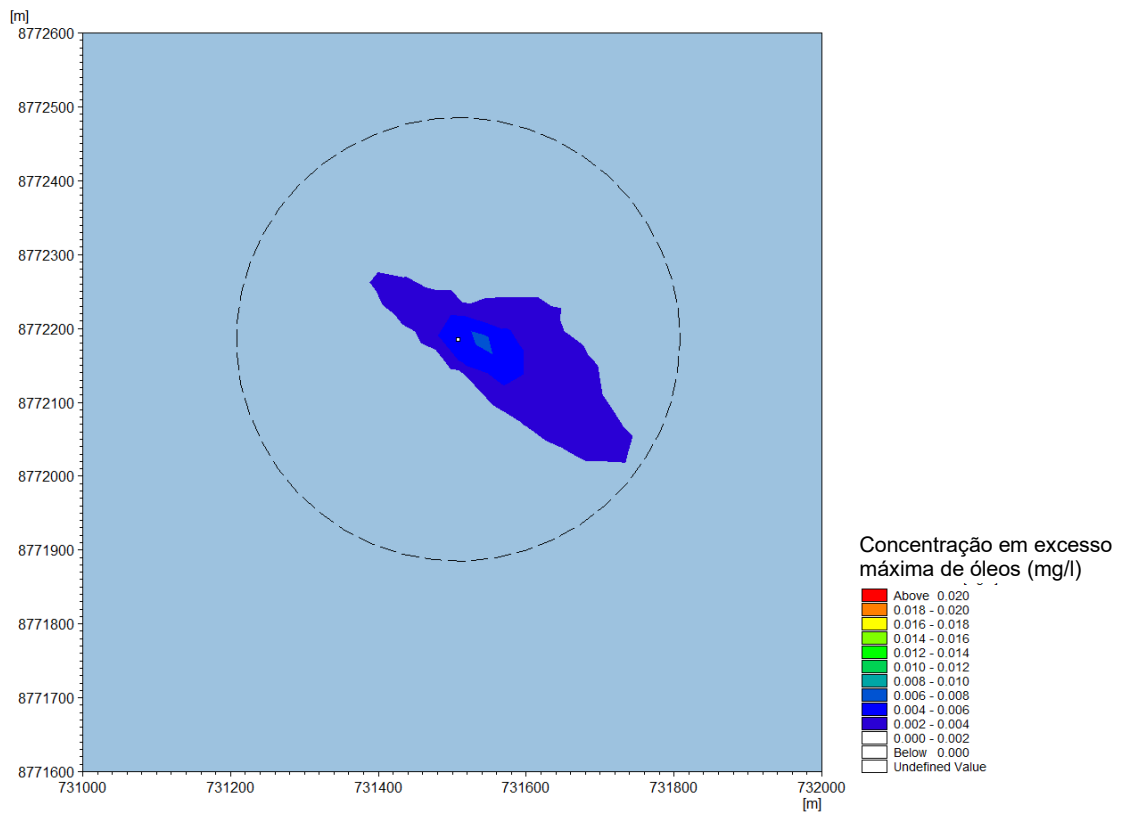


Figura AVII.51: Aumento máximo da concentração de óleo e gordura durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 3 (limiar de 0,02 mg/l)

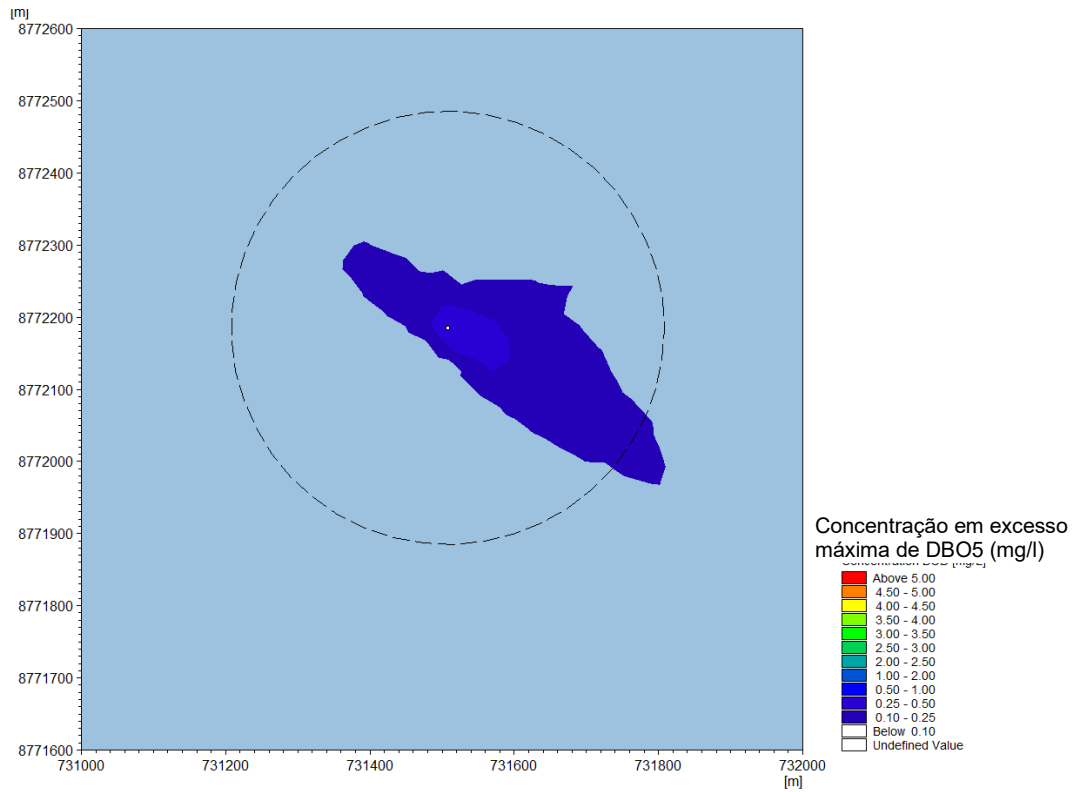


Figura AVII.52: Aumento máximo da concentração de DBO₅ durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 3 (limiar de 5 mg/l)

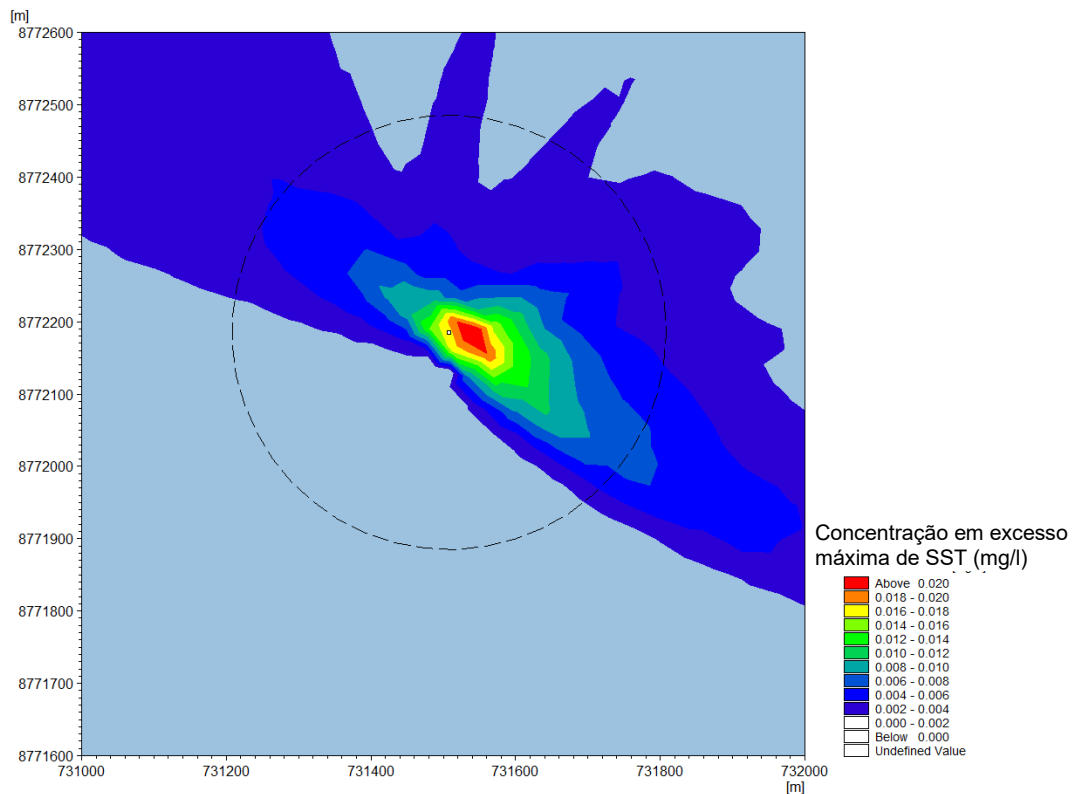


Figura AVII.53: Aumento máximo da concentração de SST durante a simulação de descarga de água produzida para o Cenário 3 (limiares de 0,02 mg/l)

AVII.3.4.4.4. Pico de Descarga – Resumo

Um resumo do aumento máximo de temperatura para os três cenários é mostrado na Tabela AVII.24. De acordo com os padrões para a água do mar ambiente, o aumento da temperatura não deve ultrapassar os 3 °C na borda da zona de mistura. Como visto no resumo abaixo, foi previsto um aumento de temperatura máximo semelhante nos três cenários de 0,003 °C a 100 m da descarga, que está bem abaixo do padrão de 3 °C.

Tabela AVII.24: Aumento máximo de temperatura para os três cenários sob pico de descarga da água produzida

Cenários	Aumento máximo de temperatura (°C) a 100 m da descarga
Cenário 1 (Maio)	0,003 (direcção ESE)
Cenário 2 (Outubro)	0,003 (direcção SSW)
Cenário 3 (Março)	0,003 (direcção SE)

Um resumo das concentrações máximas de solutos para os três cenários é mostrado na Tabela AVII.25. A diluição mínima ocorre na célula da grelha que contém a queda. A descarga é diluída por um factor de 900, 3100 e 900 para os Cenários 01, 02 e 03, respectivamente.

Como se vê na Tabela AVII.19, o padrão de qualidade aplicável ao solutos DBO₅ é 5 mg/l. Os resultados do modelo mostram que as concentrações adicionais previstas de DBO₅ são significativamente inferiores ao padrão, com concentrações máximas adicionais estimadas em 0,67 mg/l. Os valores previstos mais elevados para óleos e gorduras e SST são de 0,011 mg/l e 0,039 mg/l, respectivamente.

Tabela AVII.25: Concentrações máximas de solutos previstas resultantes do pico de descarga de água produzida para os três cenários

Cenários	Concentração Inicial (mg/l)			Concentração Máxima (mg/L)			Factor de Diluição Mínimo
	Óleo e Gorduras	DBO ₅	SST	Óleo e Gorduras	DBO ₅	SST	
Cenário 1	10	599	35	1.1E ⁻²	6.7E ⁻¹	3.9E ⁻²	900
Cenário 2	10	599	35	3.2E ⁻³	1.9E ⁻¹	1.1E ⁻²	3100
Cenário 3	10	599	35	1.1E ⁻²	6.7E ⁻¹	3.9E ⁻²	900

AVII.3.5. Modelação de Aparas de Perfuração

AVII.3.5.1. Abordagem de Modelação

O módulo de transporte de lama DHI MIKE foi usado para simular o destino, transporte, potencial deposição e aumento da concentração de SST acima dos valores ambiente devido à libertação de aparas de perfuração com óleo base residual aderido das lamas de perfuração usadas (LTOBM – lamas à base de óleo de baixa toxicidade).

Foram seleccionados seis poços de produção para modelação, representando a gama de locais que podem ser perfurados para produção de gás natural (ver Tabela AVII.13 e Figura AVII.11).

O material jactado das secções superiores é libertado no leito do mar. Para todas as restantes secções perfuradas, os materiais de perfuração relacionados serão recuperados para o navio e transferidos para terra para tratamento e eliminação. Embora essa seja a opção de projecto, caso a transferência para terra se torne indisponível por algum motivo, será necessária a adopção de um procedimento alternativo, nomeadamente a descarga dos resíduos da perfuração para o mar, após tratamento a bordo da plataforma de perfuração.

Se a primeira opção for executada (transferência para tratamento e eliminação em terra) não serão sentidos quaisquer impactos na qualidade da água. Contudo, dada a possibilidade de descarga em mar alto, foi realizado um estudo de modelação para investigar possíveis impactos na qualidade da água associados a este procedimento. A eliminação em mar alto incluiria o tratamento a bordo da plataforma de perfuração. Este processo de tratamento consiste primeiro na separação da lama, seguido de tratamento térmico, de forma a reduzir ao máximo a quantidade de LTOBM residual. Após este tratamento, as aparas de perfuração seriam depois descarregadas para o mar. O material libertado ao nível médio do mar passará verticalmente através da coluna de água, porque as aparas e as LTOBM residuais são mais densas do que a água receptora. A dispersão de aparas e de LTOBM residual aderida é fundamentalmente um fenómeno tridimensional (3-D).

AVII.3.5.2. Configuração do Modelo

Foi criado um modelo 3-D encaixado com uma extensão de cerca de 30 km por 30 km com uma resolução de cerca de 30 m na área de interesse (FLNG e locais de cabeça de poço).

Dados de Condição de Entrada

- As condições de entrada e de fronteira (compostas por correntes, temperatura da água e salinidade) para o modelo encaixado foram derivadas a partir das saídas do modelo hidrodinâmico regional de baixa resolução em campo distante (ver Secção AVII.3.2).

AVII.3.5.3. Cenários

É necessária uma análise dos efeitos das correntes para determinar o período de simulação. Esta análise tenta capturar um período de libertação de aparas de perfuração que represente os impactos mais localizados e de maior magnitude possíveis. Portanto, Outubro de 2013 foi escolhido por apresentar a menor velocidade média de corrente, representando assim o maior risco para o bentos e a vida circundante às áreas da descarga.

As quantidades estimadas e as propriedades materiais das possíveis aparas de perfuração antecipadas (Fracção 1) e de LTOBM residual aderida (Fracção 2) a serem descarregados durante a perfuração nas várias localizações das cabeças dos poços são fornecidas na Tabela AVII.26.

É esperado que algumas partículas do fluido de perfuração sejam descarregadas junto ou aderidas às aparas de perfuração, o que normalmente varia entre 5 e 25%. Para este estudo, assumiu-se que a quantidade total de fluido de perfuração perdido juntamente com as aparas descartadas seria de 5% do volume de aparas descartadas durante as operações de perfuração.

Tabela AVII.26: Propriedades da descarga de aparas e lamas

Parâmetro	Volume de descarga (m ³)	Diâmetro do grão D ₅₀ (mm)	Velocidade de sedimentação (m/s)*	Densidade de partículas (kg/m ³)
Fracção 1 - aparas de perfuração	1 350	0,25	2.5051 x 10 ⁻²	2 400
Fracção 2 - lamas de perfuração (LTOBM)	67,5	0,015	6.0122 x 10 ⁻⁶	1 100

Nota: * Fórmula de velocidade de sedimentação de acordo com Soulsby (1997).

Prevê-se que a operação de perfuração atinja uma profundidade de 2 800 m abaixo da superfície do fundo do mar. A uma taxa de 20 m por hora, a duração da perfuração é de aproximadamente 140 horas ou 5,83 dias (assumindo operações de 24 horas). Assim, as taxas de descarga são calculadas e resumidas na Tabela AVII.27.

Tabela AVII.27: Taxas de descarga de aparas e lamas

Parâmetro	Taxa de descarga (m ³ /h)	Taxa de descarga (m ³ /s)
Fracção 1 - aparas de perfuração	9,6429	0,0026786
Fracção 2 - lamas de perfuração (LTOBM)	0,4821	0,0001339

AVII.3.5.4. Resultados da Modelação

O modelo de dispersão de sedimentos foi executado durante um período de simulação de duas semanas. A simulação incluiu um período prévio de 7 dias antes da data de início para permitir que os níveis de água e as correntes se estabilizassem (o período prévio é, no entanto, excluído no pós-processamento dos resultados). As saídas relevantes do modelo são a espessura deposicional e os sólidos suspensos totais (SST) no final do período de simulação.

Os resultados do modelo de dispersão de sedimentos foram processados para fornecer a concentração máxima estatística de SST e a alteração total da espessura do leito. Uma zona de mistura com raio de 100 m é apresentada como um círculo tracejado em cada gráfico.

AVII.3.5.4.1. Espessura Depositional

A Figura AVII.54 mostra a espessura máxima de deposição de partículas para aparas libertadas e LTOBM residual aderida no final da perfuração e descargas para poço CO-15. As partículas assentam principalmente numa área de 450 m², o que representa a área celular na qual ocorre a descarga e estima-se que o depósito máximo atinja um pico de 3,03 m de espessura. Portanto, a deposição dentro desta área excede o limiar máximo de deposição adoptado de 50 mm (Consultec, 2015a). Este depósito altamente localizado deve-se ao tamanho da granulometria e à alta velocidade de deposição associada às aparas de perfuração combinada com velocidades de corrente baixas no fundo do mar.

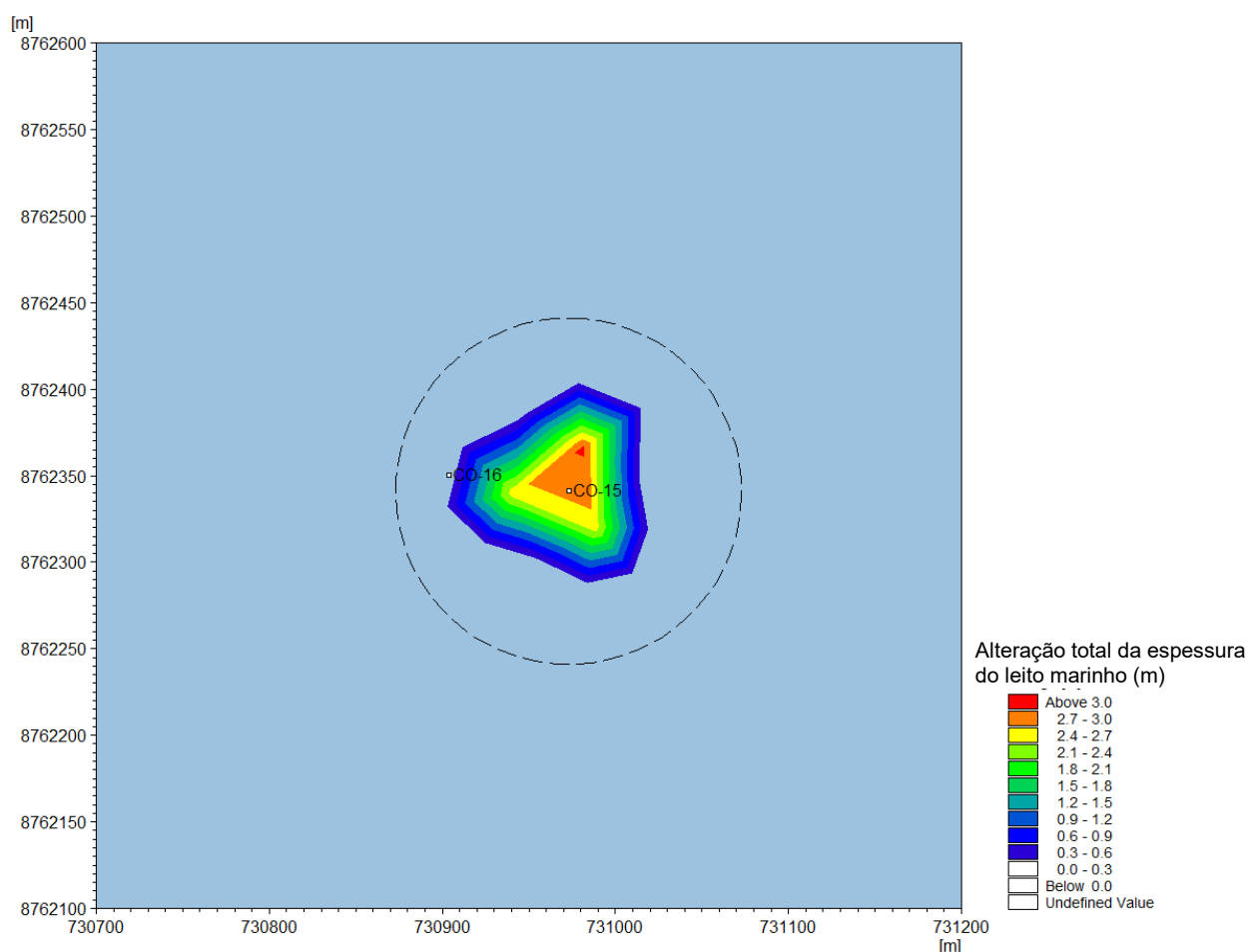


Figura AVII.54: Espessura de deposição máxima no final de todas as actividades de perfuração e deposição

AVII.3.5.4.2. Sólidos Suspensos Totais

A Figura AVII.55 mostra um gráfico da concentração máxima de SST para aparas libertadas e LTOBM residual aderidas no local CO-15. O regulamento nacional não estabelece um limite de qualidade da água ambiente para concentrações de SST na água do mar. Na ausência de um padrão nacional, foram adoptados padrões internacionais de boas práticas, nomeadamente as directrizes da IFC para descargas de efluentes de água de hidrotestes nas instalações de LNG (IFC, 2007), que listam um limite orientador de 35 mg/l. Este limite foi adoptado nesta avaliação como um valor-limite de qualidade da água ambiente relativamente a SST.

Foi estimada uma concentração máxima de SST de 0,23 mg/l, estendendo-se a 25 m do local de descarga, o que está muito abaixo do valor limiar de referência de 35 mg/l. É, assim, pouco provável que este aumento de sólidos suspensos cause impactos relacionados com os níveis de luz, especialmente a profundidades inferiores a 1 800 m, bem abaixo da zona fótica onde a fotossíntese ocorre no oceano.

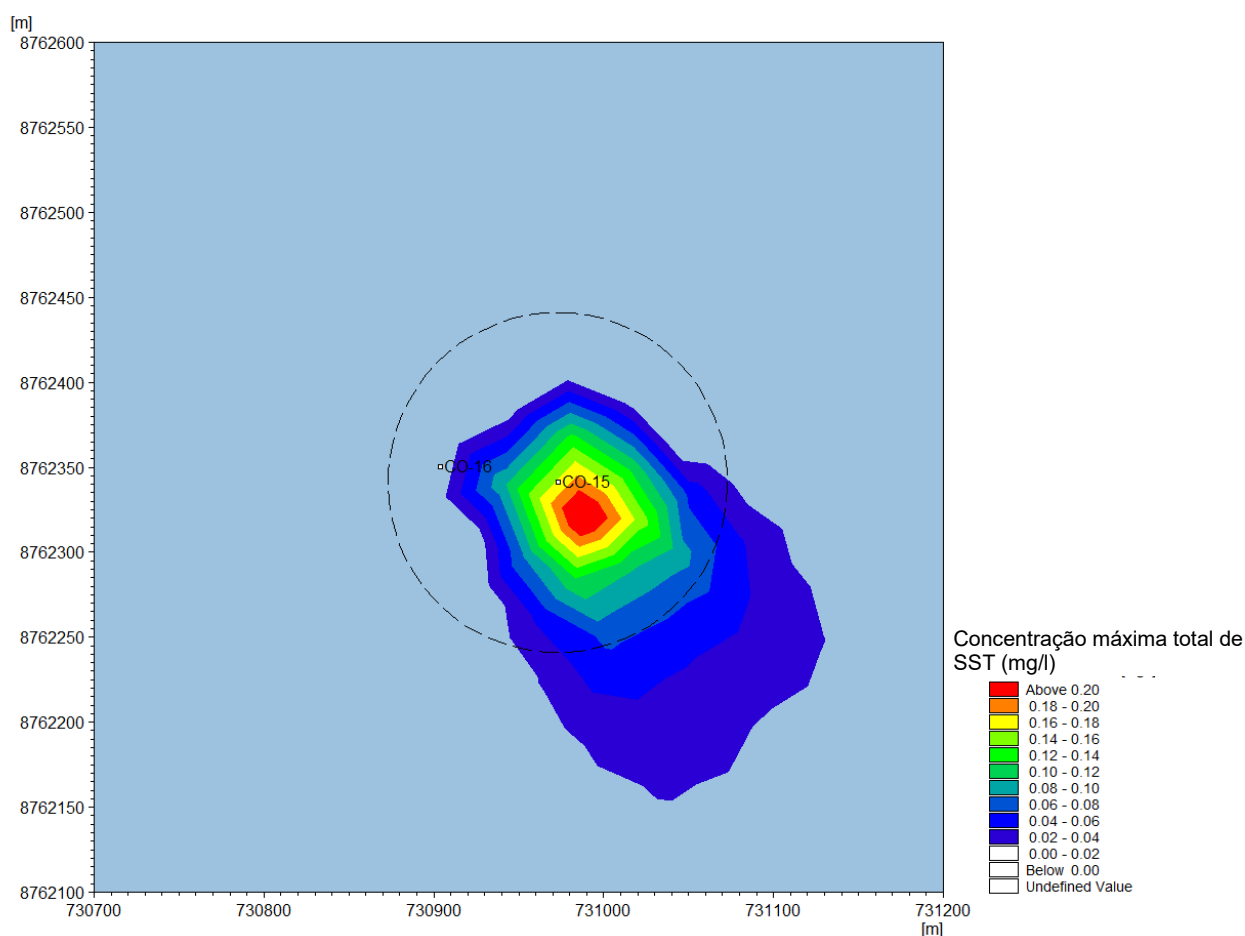


Figura AVII.55: Concentração máxima de SST

AVII.3.5.4.3. Resumo

Um resumo dos resultados para o modelo de aparas de perfuração é fornecido na Tabela AVII.28.

Tabela AVII.28: Resumo dos resultados da modelação de aparas de perfuração

Localização da cabeça do poço	Deposição máxima (m) (limiar recomendado de 50 mm)	SST máximo (mg/l) (limite de 35 mg/l)
CO-15	3,03	0,23

AVII.3.6. Modelação de Derrame de Hidrocarbonetos

AVII.3.6.1. Abordagem de Modelação

O termo "cenário" refere-se às condições que descrevem um evento específico de derrame, incluindo o tipo de hidrocarboneto derramado, bem como o volume, duração, localização e profundidade da libertação. Uma "simulação" é um modelo executado por um período específico (por exemplo, condição de Outono). Para análises estocásticas, cada simulação é repetida várias vezes dentro do período especificado, mas seleccionando a partir de muitas datas de início ao longo de um longo período (exemplo: um ano) para uma variedade de condições de vento e corrente.

Cada uma dessas execuções repetidas dentro de uma simulação estocástica é chamada de iteração. Este modo estocástico (ou probabilístico) foi usado nesta modelação. Os resultados de cada uma destas iterações estocásticas são resumidos como diagramas de probabilidade, que pretendem representar a gama de localizações através de uma grelha de células de superfície potencialmente afectadas pela presença de hidrocarbonetos e, portanto, apresentar o resumo de todos os potenciais resultados.

É importante notar que os resumos probabilísticos não representam o resultado de um único derrame; em vez disso, mostram a probabilidade da presença de hidrocarbonetos em várias localizações. Uma única iteração, que representa um evento de derrame individual, cobriria apenas uma parte da área mostrada.

Além da análise estocástica, também foi utilizada uma abordagem de modelação determinística para avaliar o destino e a trajectória de eventos de um único derrame. Esta abordagem baseia-se numa única simulação baseada numa avaliação dos impactos a partir da análise estocástica.

AVII.3.6.2. Critérios de Avaliação para a Simulação de Derrames

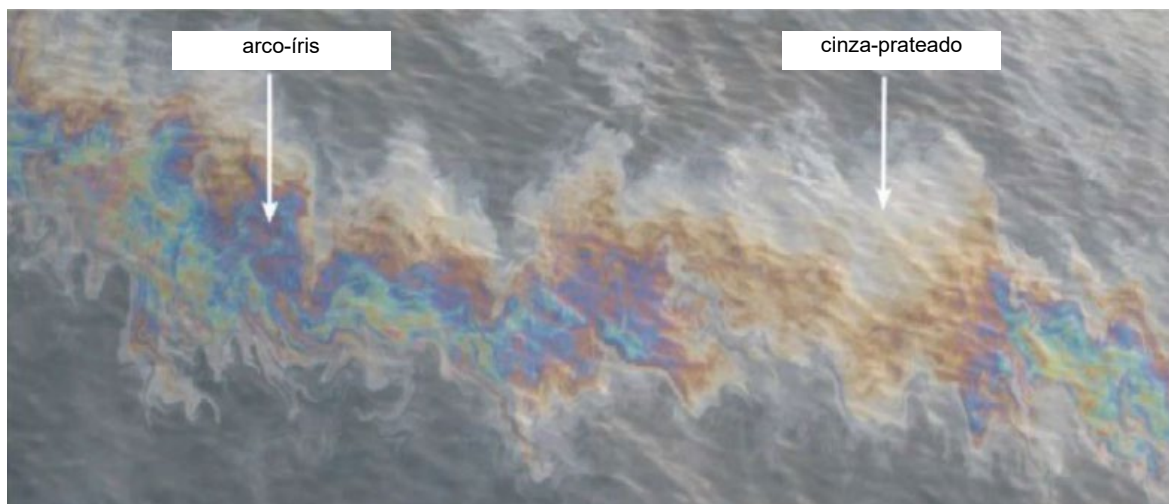
“Óleo significativamente visível” é definido como óleo com uma espessura acima de um limite mínimo de espessura, que delimita onde o óleo se torna visível e abaixo do qual os organismos aquáticos têm um risco quase zero de asfixia devido ao óleo bruto. O primeiro hidrocarboneto claramente visível aparece como um brilho prateado em espessuras entre 0,04 μm a 0,3 μm com base em valores catalogados em BAOAC (2017). A Tabela AVII.29 resume os descritores de espessura representados pelas designações de cor padrão do BAOAC, enquanto a Figura AVII.56 fornece um exemplo de uma fotografia aérea da aparência do óleo.

Tabela AVII.29: Limites de espessura do óleo usados em áreas impactadas

Código	Descrição da aparência	Espessura da camada (μm)	Litros por km^2
1	Brilho (prateado/cinza)	0,04 a 0,30	40 a 300
2	Arco-íris	0,30 a 5,0	300 a 5.000
3	Metálico	5,0 a 50	5 000 a 50 000
4	Cor verdadeira do óleo descontínua	50 a 200	50 000 a 200 000
5	Cor verdadeira do óleo contínua	200	> 200.000

Fonte: Adoptada de BAOAC (2017).

Os hidrocarbonetos com uma espessura de 0,1 μm podem ser visíveis e potencialmente chegar à costa como um brilho prateado, mas não se espera que causem lesões físicas (por exemplo, contaminação, sufocamento) à vida selvagem com a qual entre em contacto. Nesta base, foram realizadas simulações até atingir um limiar mínimo de espessura de superfície de 0,1 μm . A análise e apresentação dos resultados fornecidos baseiam-se num limiar mínimo de 1 μm , o limiar abaixo do qual a exposição das aves marinhas é considerada de baixo risco.



Fonte: NOAA (2016).

Figura AVII.56: Cor/aparência do hidrocarboneto para um brilho cinza prateado e arco-íris

Um resumo da importância das saídas de modelação de derrames de hidrocarbonetos é apresentado na Tabela AVII.30.

Tabela AVII.30: Avaliações e importância das saídas do modelo de derrames de hidrocarbonetos

Componente de saída	Importância da informação
Distribuição geográfica e probabilidade de óleo superficial (intervalo de limiar significativo de 0,1 µm a 1 µm)	Compreender o risco relativo e a extensão de um evento de derrame
Distribuição geográfica de espessuras de hidrocarbonetos	Compreender a extensão da massa significativa de hidrocarbonetos por área e o risco de sufocar a biota
Probabilidade de o derrame chegar à faixa costeira e tempo de chegada	Compreender o risco para os receptores costeiros e a extensão do derrame na faixa costeira
Gráficos de balanço de massa	Ilustrar o destino dos hidrocarbonetos como percentagens variáveis de tempo da massa total devido a vários processos de intemperismo (por exemplo, disseminação, evaporação, dispersão e dissolução)

AVII.3.6.3. Cenários

Foram realizadas simulações estocásticas e determinísticas para os derrames de hidrocarbonetos em mar alto na localização do poço CO-15, resumidas na Tabela AVII.31.

Tabela AVII.31: Detalhes dos cenários de libertação de hidrocarbonetos

Cenários	Localização	Volume total de libertação	Duração da libertação	Taxa de libertação (bbl/d)
Derrame de diesel no MSL associado à colisão de navios	CO-15	2 000 bbl	Instantâneo (1 hora)	Instantâneo (1 hora)
Explosão da cabeça do poço no fundo do mar (condensado de gás)	CO-15	60 300 bbl	45 dias	1.340
Desconexão de ascensor com derrame de LTOBM	CO-15	1 650 bbl	Instantâneo (1 hora)	Instantâneo (1 hora)

Foram seleccionados três períodos de simulação separados num ano específico para serem utilizados na modelação determinística de derrames de óleo, enquanto as simulações estocásticas foram realizadas durante todo o ano de 2013. O ano de 2013 foi seleccionado para modelar a dispersão do derrame de petróleo tendo em conta as condições ambientais mais conservadoras de força (ou seja, correntes) para conduzir os processos de derrame de hidrocarbonetos no local do projecto (ver Secção AVII.3.2.3). Depois de ter seleccionado o ano representativo, foram seleccionadas as estações representativas a utilizar no modelo tendo em conta as estimativas de tempo mais curto para o petróleo atingir a costa (correntes máximas a Oeste) e a extensão máxima do petróleo na superfície do mar (velocidades mínimas de corrente).

A selecção destes períodos de simulação (incluindo o mês de início e a duração da modelação) foi determinada após uma avaliação das correntes de superfície mensais medidas durante 2013, conforme ilustrado nas rosas de correntes na Figura AVII.57.

Os três períodos de simulação seleccionados representam as velocidades de corrente máxima (Maio), mínima (Outubro) e típica (Março) no local do projecto CO-15/16. Foram ainda identificadas simulações medianas, representativas de comportamento típico, que foram apresentadas com os resultados determinísticos.

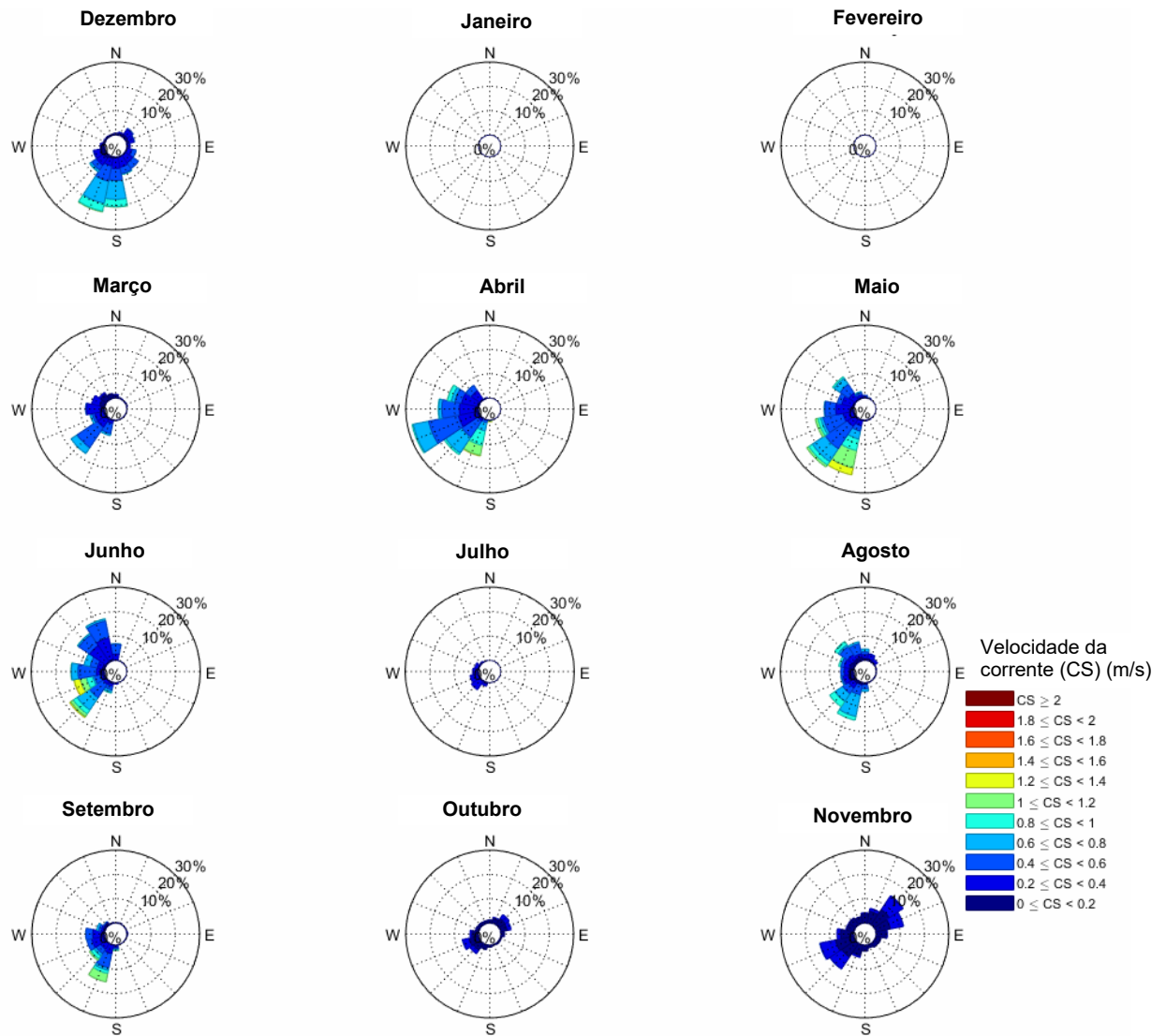


Figura AVII.57: Rosas de correntes baseadas em medições de corrente de superfície realizadas pela Fugro (2013)

AVII.3.6.4. Configuração do Modelo

Um modelo hidrodinâmico regional de campo distante para a modelação de derrames de petróleo foi construído com base em dados HYCOM. Uma descrição deste modelo é fornecida na Secção AVII.3.2.3. Os dados hidrodinâmicos para todas as simulações foram baseados em correntes HYCOM extraídas para o ano de 2013.

AVII.3.6.5. Resultados da Modelação

As saídas relevantes do modelo estocástico são a concentração média de óleo, a espessura média do óleo, o tempo mínimo para contaminação por óleo e a probabilidade da mesma ocorrer. Os resultados relevantes do modelo determinístico são o destino e a trajectória de eventos de derrame

de óleo único, especificamente acompanhando a mudança na espessura do óleo devido aos processos de intemperismo.

AVII.3.6.5.1. Resultados do Modelo Estocástico

A extensão do óleo de superfície visível (espessura média do óleo $> 0,1 \mu\text{m}$) é apresentada na Figura AVII.58, Figura AVII.59, Figura AVII.60 para o diesel, condensado de gás e LTOBM, respectivamente. A espessura de óleo de $1 \mu\text{m}$ também é apresentada nos gráficos, como uma isolinha amarela.

A concentração média de óleo é mostrada na Figura AVII.61, Figura AVII.62 e Figura AVII.63 para o diesel, condensado de gás e LTOBM, respectivamente, apenas para o óleo de superfície visível, ou seja, mais espesso que $0,1 \mu\text{m}$.

A probabilidade de contaminação por óleo (com espessura média $> 0,1 \mu\text{m}$) é apresentada na Figura AVII.64, Figura AVII.65 e Figura AVII.66 para o diesel, condensado de gás e LTOBM, respectivamente.

O tempo mínimo até contaminação por óleo (com espessura média $> 0,1 \mu\text{m}$) é apresentado na Figura AVII.67, Figura AVII.68 e Figura AVII.69 para o diesel, condensado de gás e LTOBM, respectivamente.

A Figura AVII.70 mostra o tempo até contaminação por óleo ao longo da distância percorrida desde a fonte como um diagrama de dispersão. A dispersão de condensado ocorre a uma taxa aproximada de 50 km a 60 km por dia, enquanto os derrames de diesel e LTOBM dispersam-se a uma taxa aproximada de 110 km a 120 km por dia. A Figura AVII.71 e a Tabela AVII.34 resumem a probabilidade percentual de contaminação por óleo que pode ocorrer à distância da fonte durante um evento não planejado.

Os gráficos de balanço de massa para o diesel estocástico médio, condensado de gás e LTOBM são apresentados na Figura AVII.72, Figura AVII.73 e Figura AVII.74. Como observado, a presença de partículas de óleo na superfície da água do mar reduz-se ao longo do tempo, devido aos vários processos de intemperismo (por exemplo, espalhamento, evaporação, dispersão e dissolução) que transformam as propriedades do óleo à medida que os óleos passam tempo no ambiente. A taxa de desintegração do óleo é, portanto, afectada pelas condições locais (ou seja, ventos, correntes e características da água do mar) que podem aumentar ou reduzir a presença de óleo na superfície da água.

Um resumo dos resultados das simulações estocásticas para um derrame de gasóleo devido a colisão de navios, uma explosão de cabeça de poço com derrame de condensado, e uma desconexão de ascensor com derrame de LTOBM é apresentado na Tabela AVII.32.

Tabela AVII.32: Resultados de modelação estocástica para o ano de 2013

Cenários	Concentração máxima (l/km ²)	Área de superfície média com óleo visível (km ²)	Área de superfície média >1µm (km ²)	Taxa de dispersão típica (km/dia)
Média de 100 simulações de derrame de diesel associado à colisão de navios	3 791	172 552	9 298	110 a 120
Média de 100 simulações da explosão da cabeça do poço no fundo do mar (condensado de gás)	2 881	108 203	1 264	50 a 60
Média de 100 simulações para desconexão de ascensor (LTOBM)	3 073	145 538	9 175	110 a 120
Cada uma das 100 simulações de derrame de diesel em MSL associada à colisão de navios	mediana = 3 686	mediana = 7 964	-	-
Cada uma das 100 simulações da explosão da cabeça do poço no fundo do mar (condensado de gás)	(2 760 a 24 603)	mediana = 789	-	-
Cada uma das 100 simulações para desconexão de ascensor (LTOBM)	(237 a 1 971)			

Tabela AVII.33: Probabilidade de contaminação por óleo à distância da fonte

Probabilidade (%)	Derrame de gasóleo distância da fonte (km)	Derrame de condensado distância da fonte (km)	Derrame de LTOBM distância da fonte (km)
80 a 100	< 10	< 180	< 10
60 a 80	10 a 20	180 a 300	10 a 45
40 a 60	20 a 180	300 a 400	45 a 170
20 a 40	180 a 330	400 a 500	170 a 330
0 – 20	330 a 860	500 a 950	330 a 850

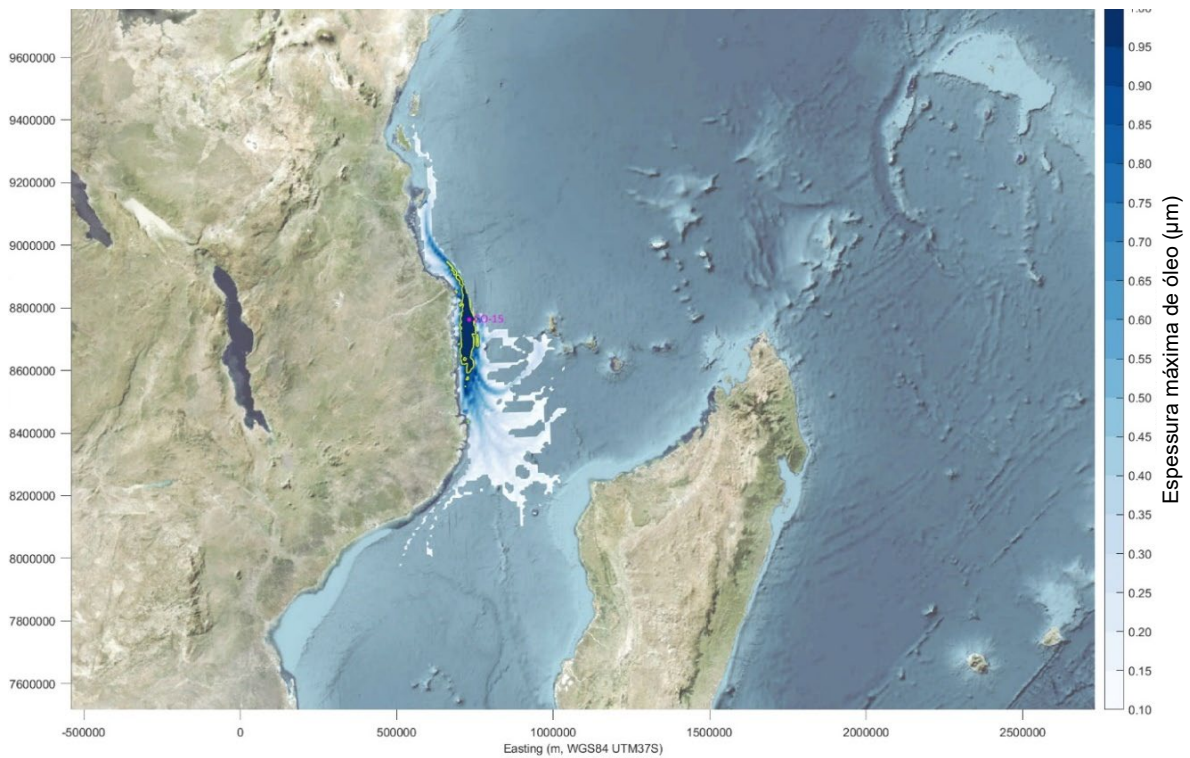


Figura AVII.58: Simulação estocástica da espessura máxima de óleo para derrame de diesel

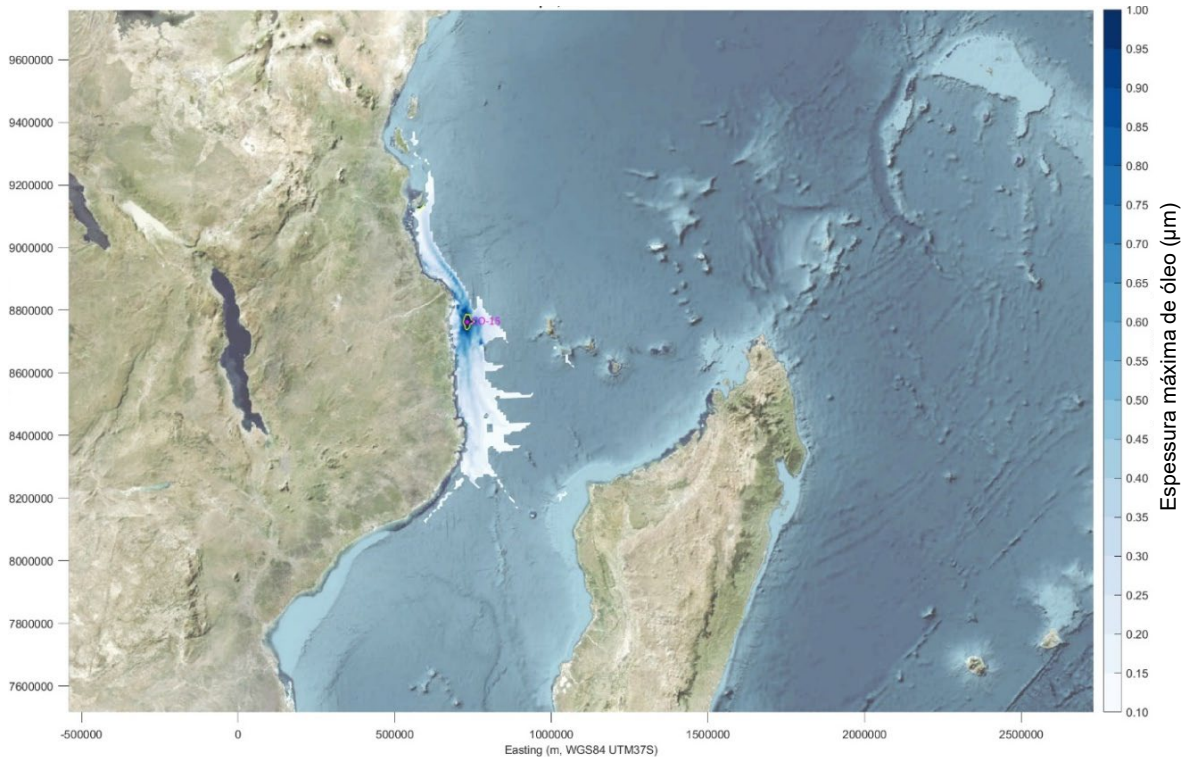


Figura AVII.59: Simulação estocástica da espessura máxima de óleo para derrame de condensado

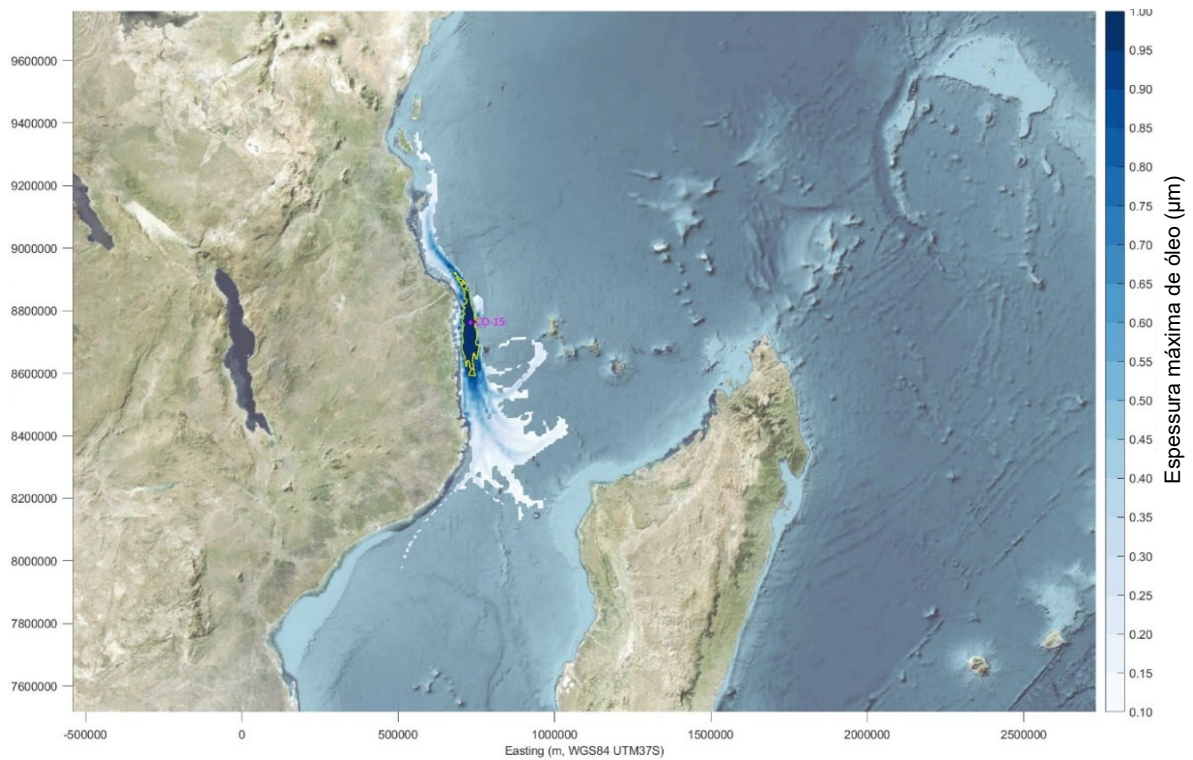


Figura AVII.60: Simulação estocástica da espessura máxima de óleo para derrame de LTOBM

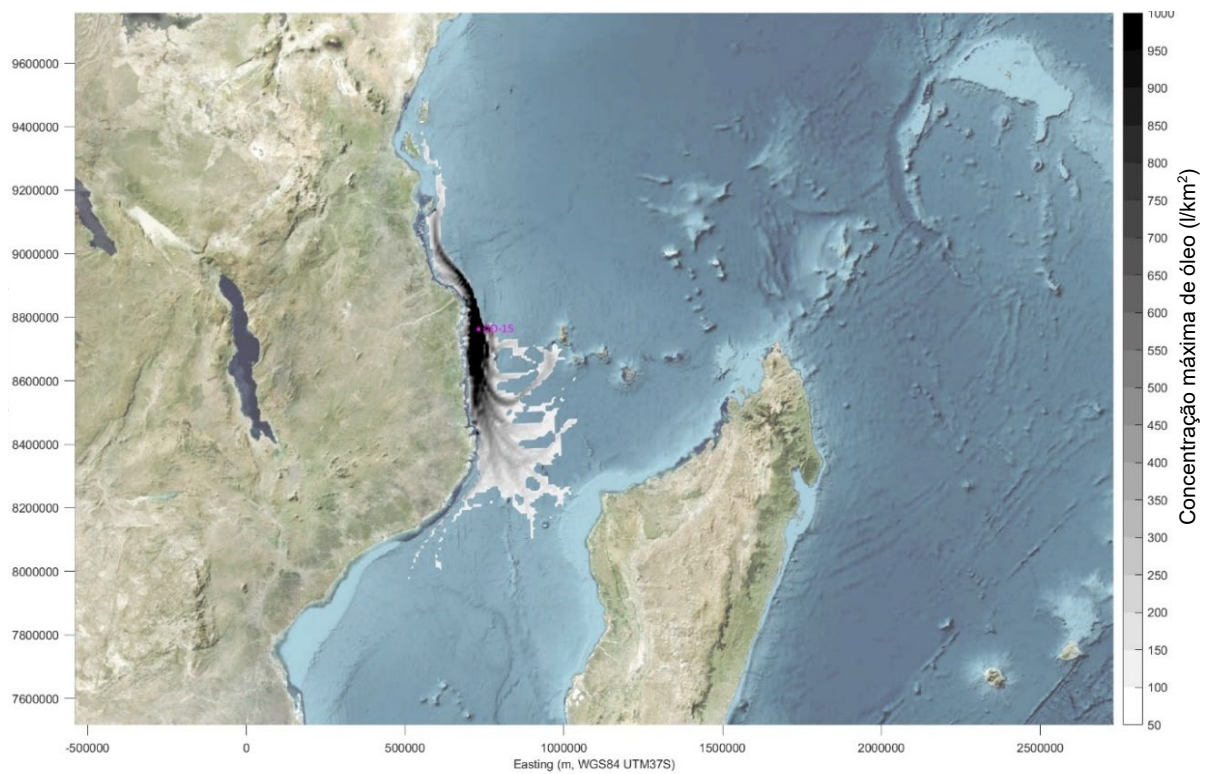


Figura AVII.61: Simulação estocástica da concentração máxima de óleo para derrame de diesel

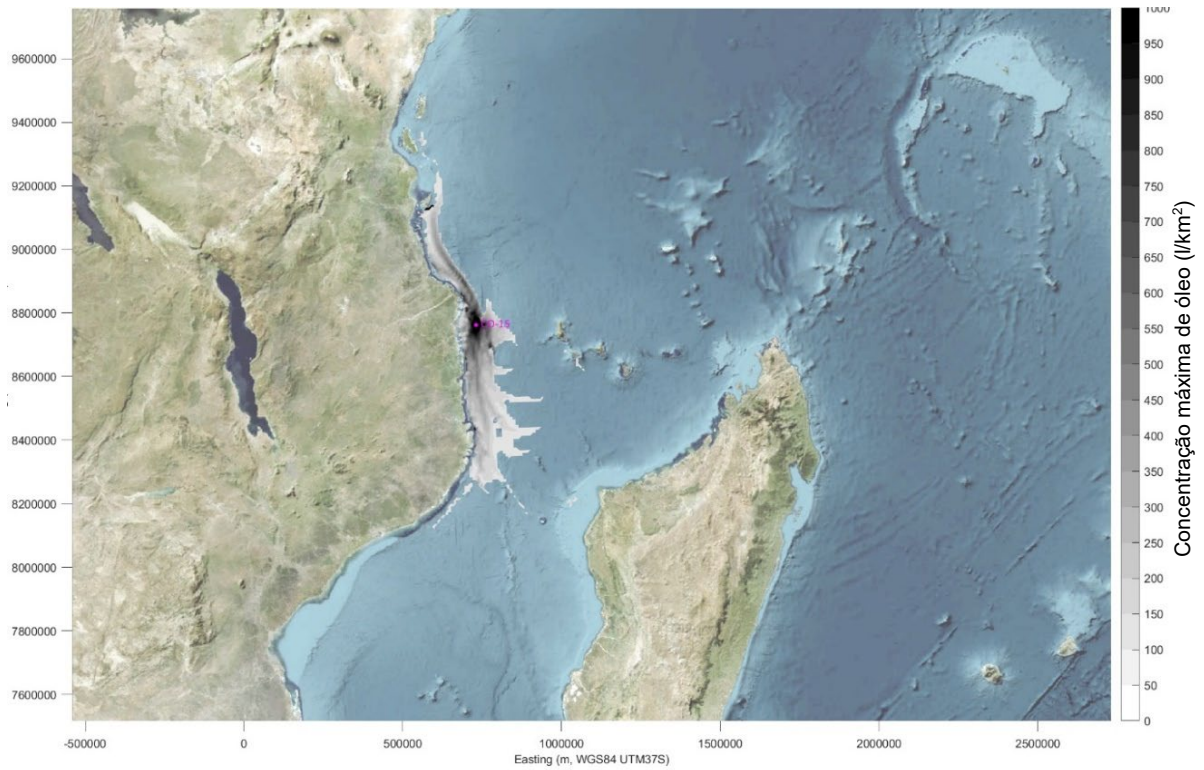


Figura AVII.62: Simulação estocástica da concentração máxima de óleo para derrame de condensados

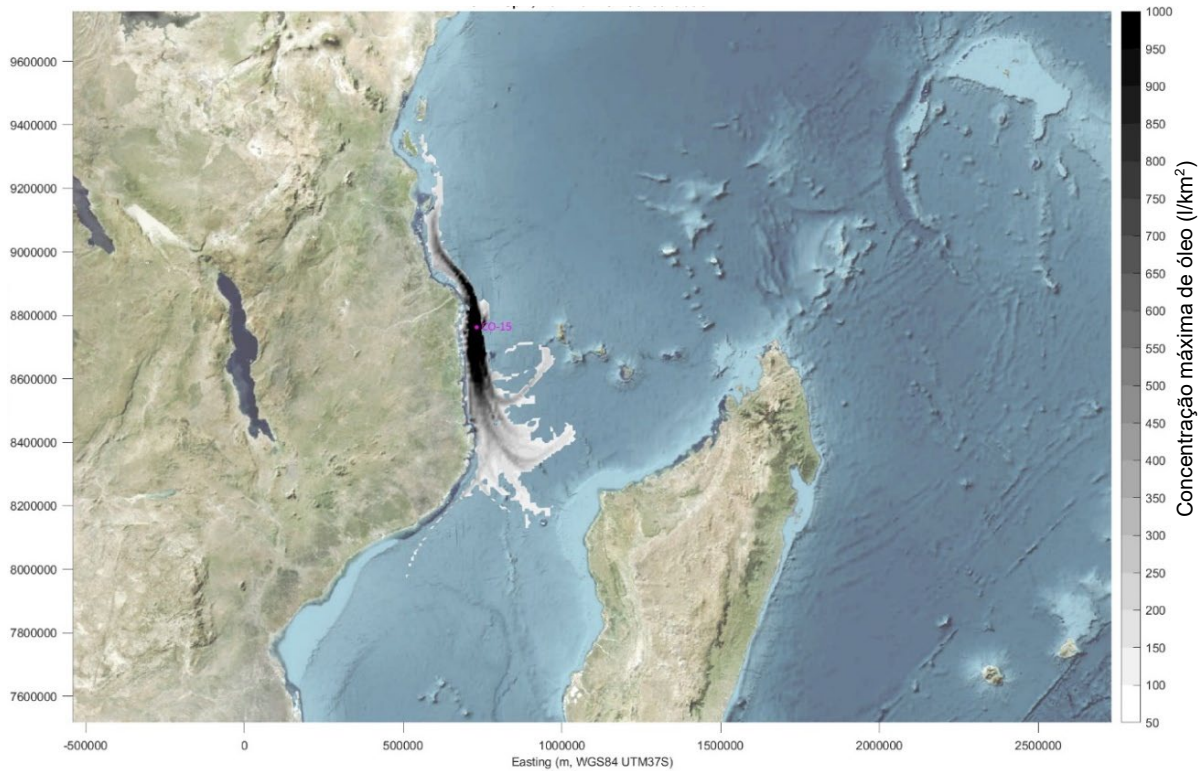


Figura AVII.63: Simulação estocástica da concentração máxima de óleo para derrame de LTOBM

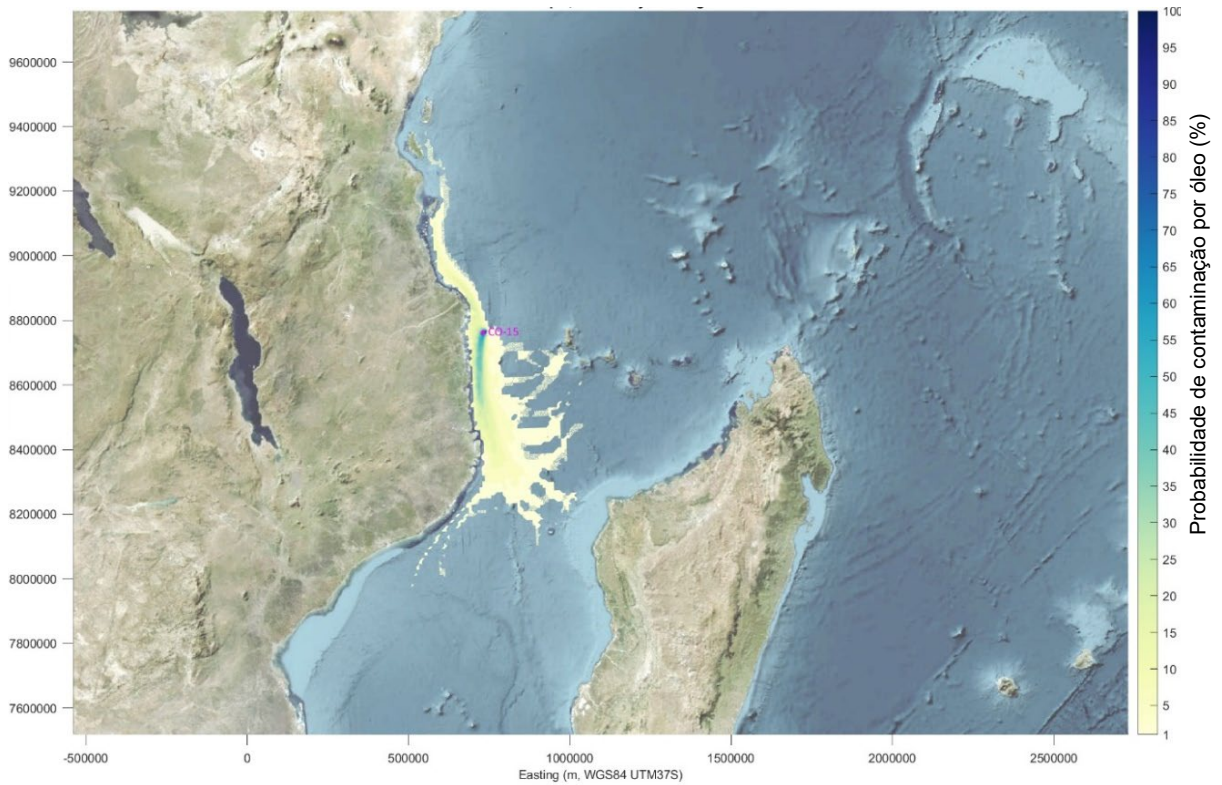


Figura AVII.64: Simulação estocástica da probabilidade de contaminação por óleo para derrame de diesel

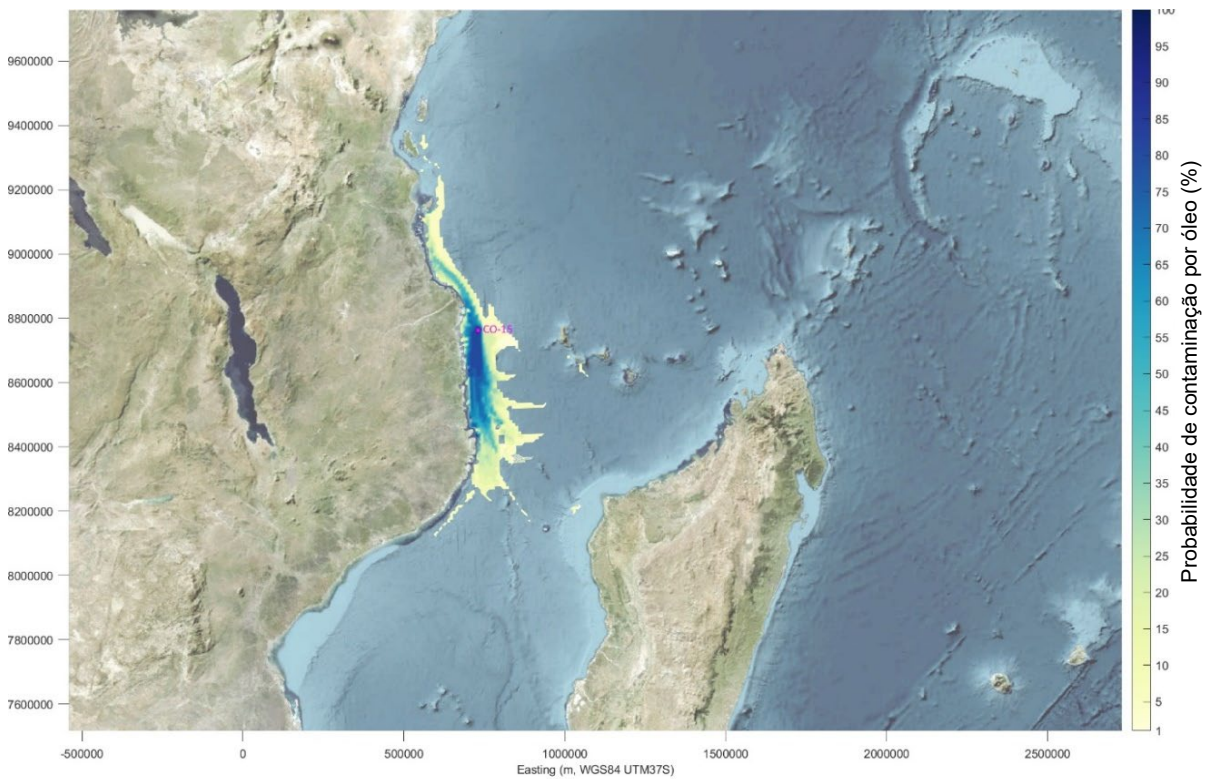


Figura AVII.65: Simulação estocástica da probabilidade de contaminação por óleo para derrame de condensado

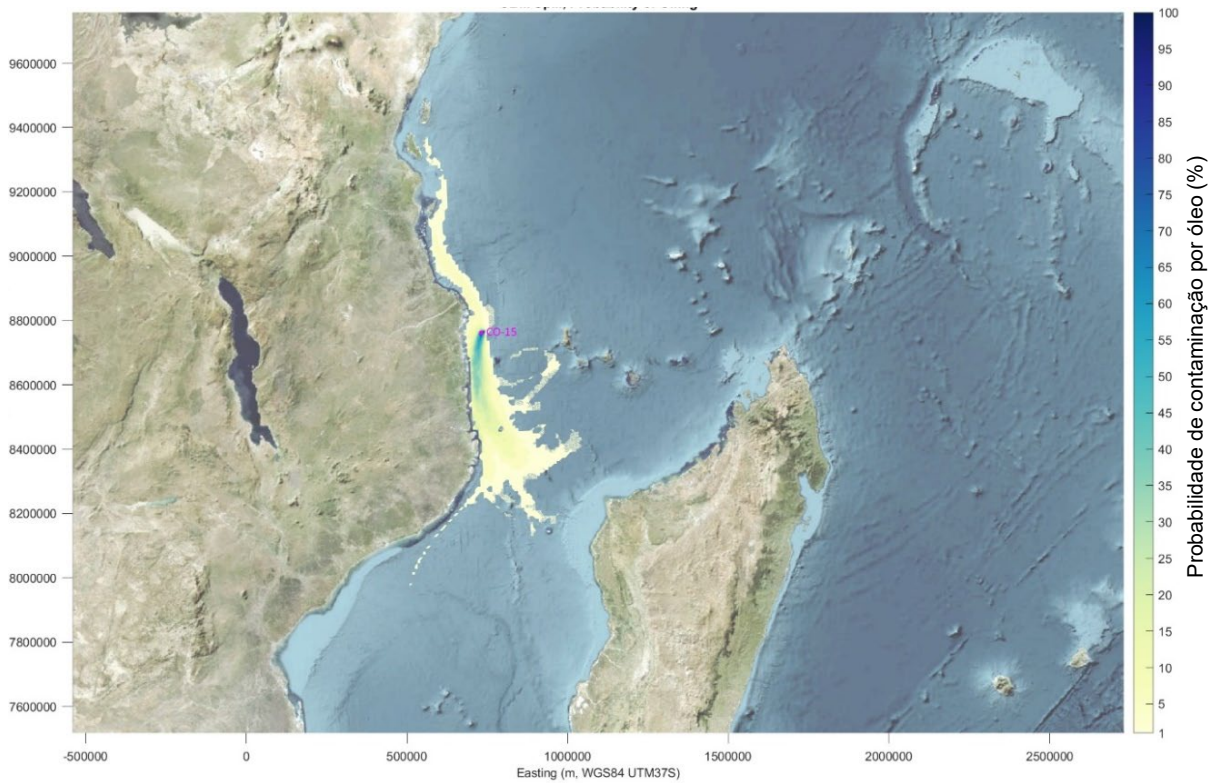


Figura AVII.66: Simulação estocástica da probabilidade de contaminação por óleo para derrame de LTOBM

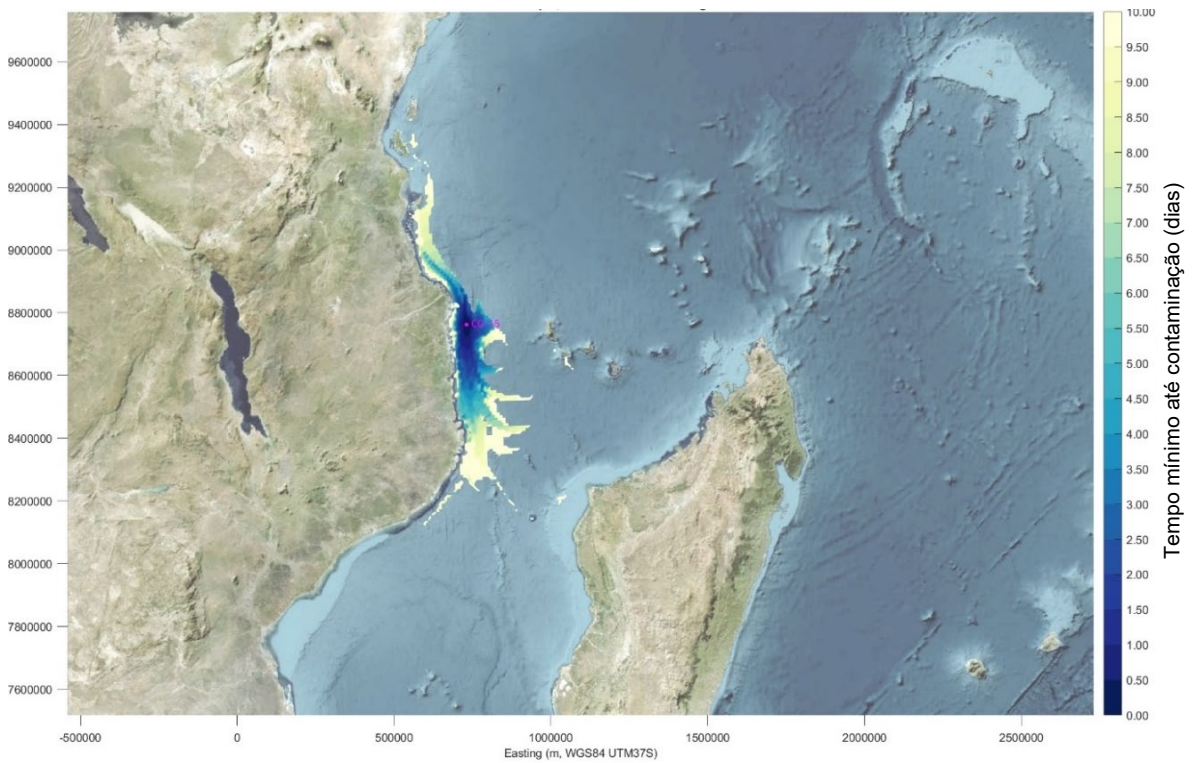


Figura AVII.67: Simulação estocástica do tempo mínimo de contaminação por óleo para derrame de diesel

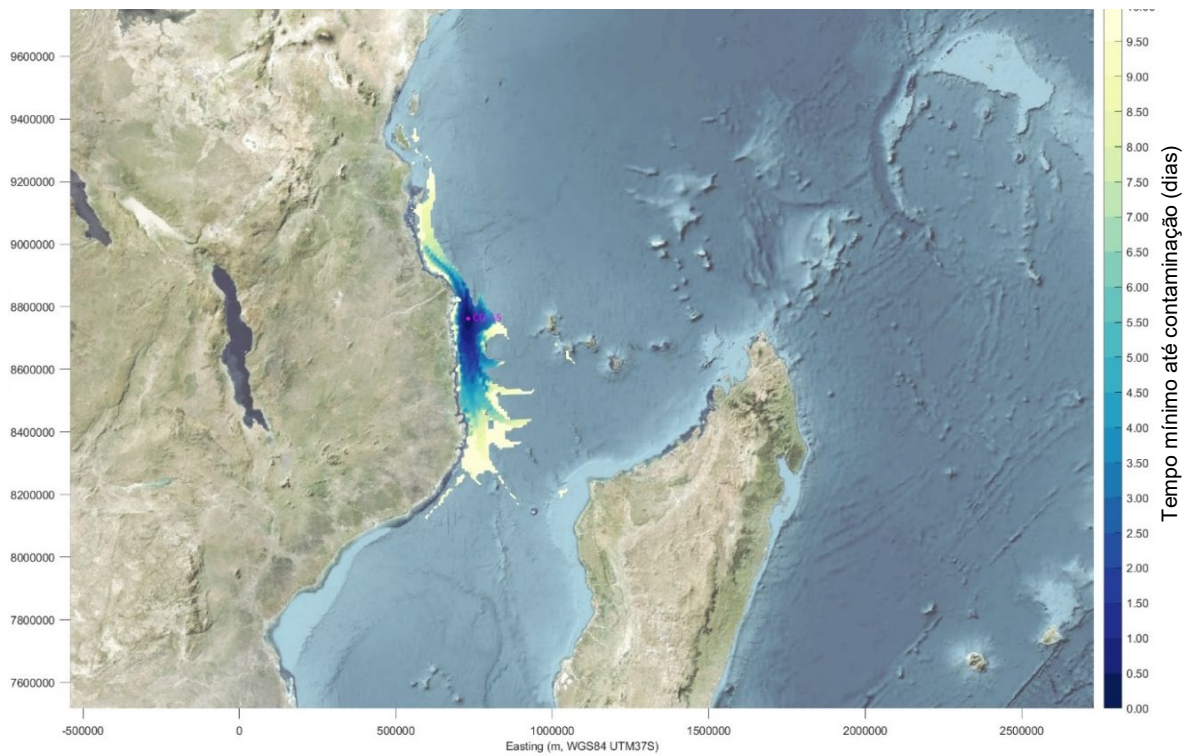


Figura AVII.68: Simulação estocástica do tempo mínimo de contaminação por óleo para derrame de condensado

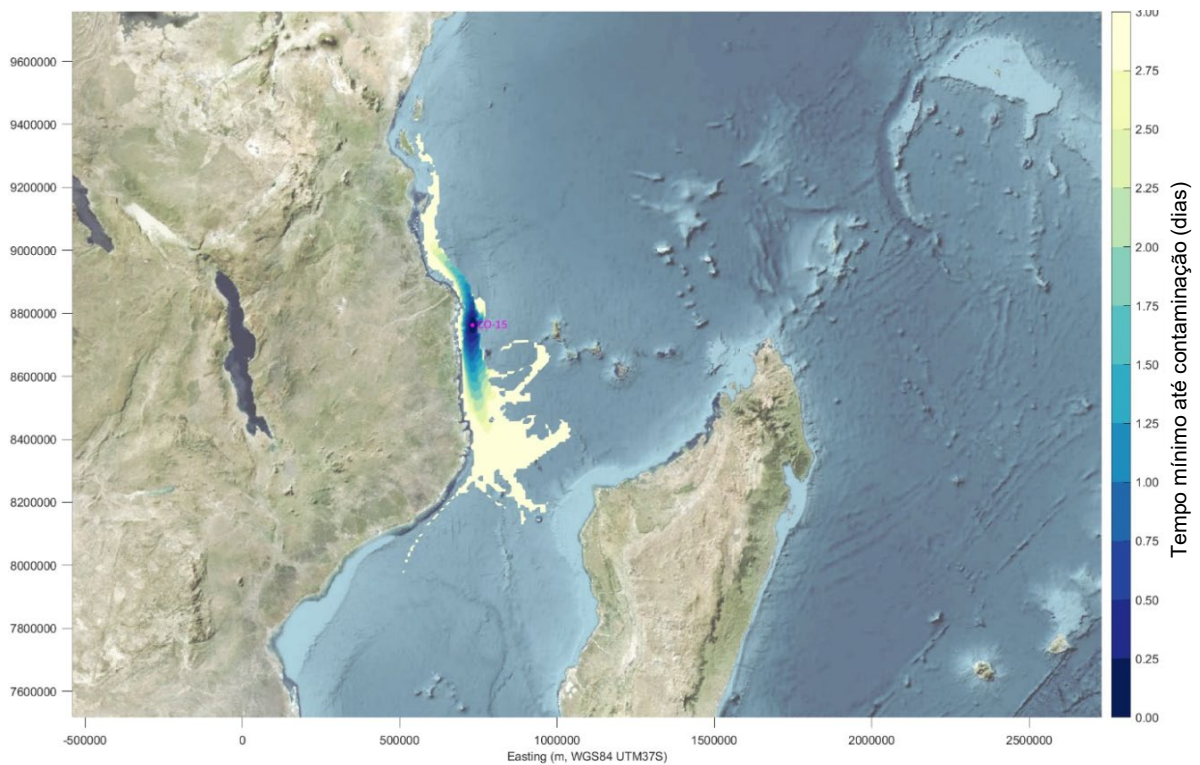


Figura AVII.69: Simulação estocástica do tempo mínimo de contaminação por óleo para derrame de LTOBM

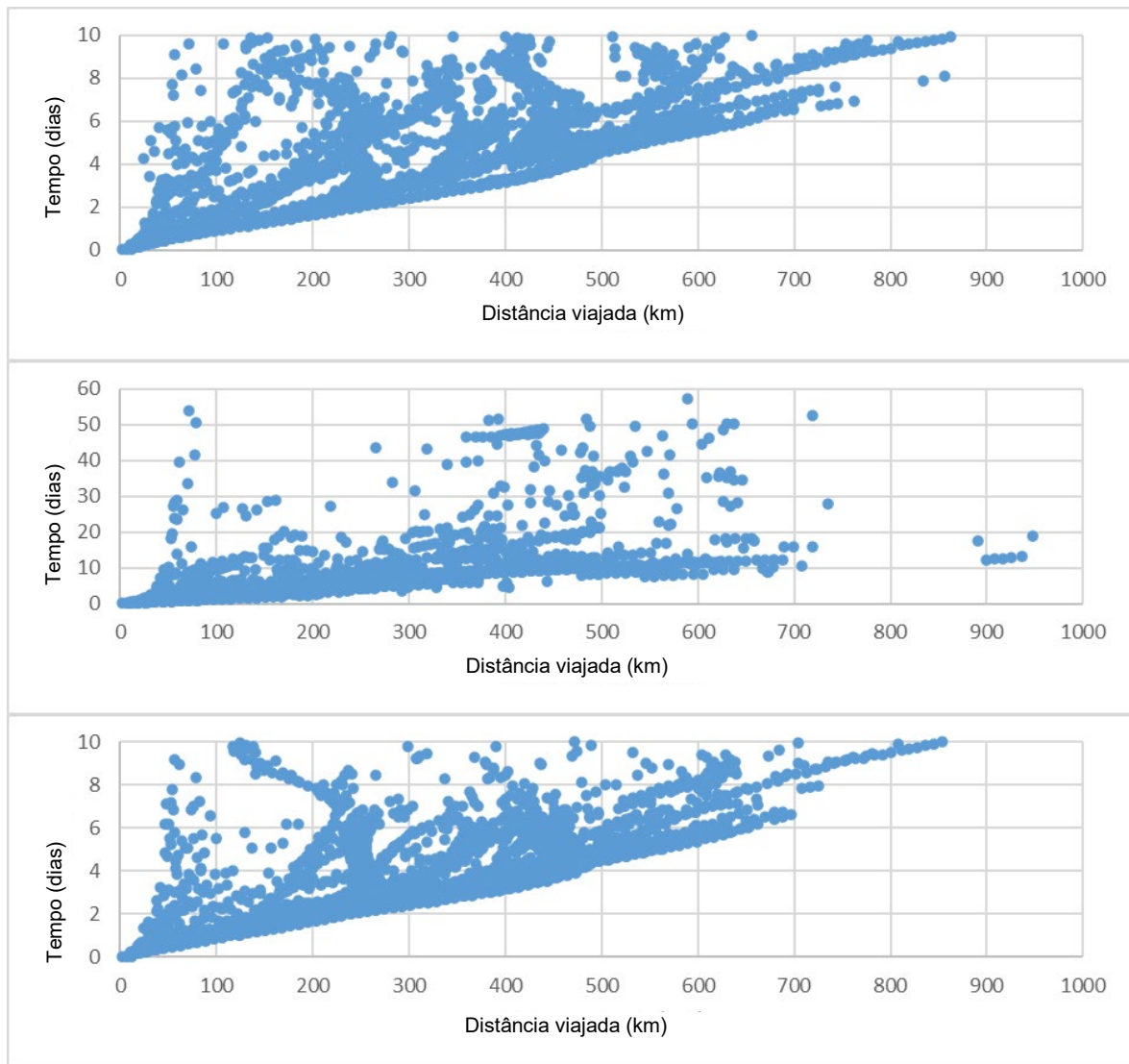


Figura AVII.70: Simulações estocásticas do tempo até contaminação a uma distância de deslocação para o derrame de gasóleo (cima), condensado (meio) e LTOBM (baixo)

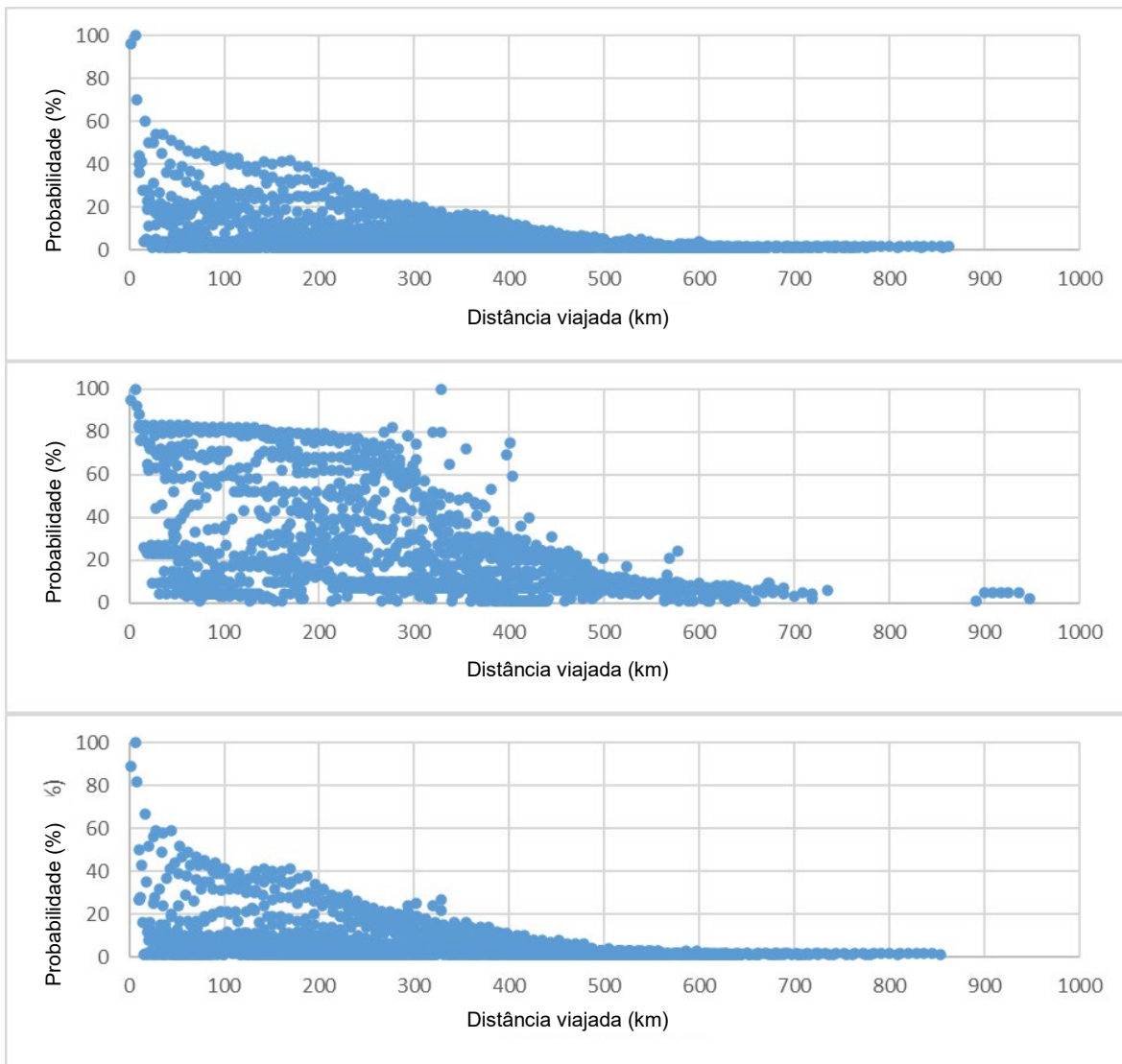


Figura AVII.71: Simulações estocásticas da probabilidade de contaminação a uma distância de deslocação para derrame de gasóleo (cima), condensado (meio) e LTOBM (baixo)

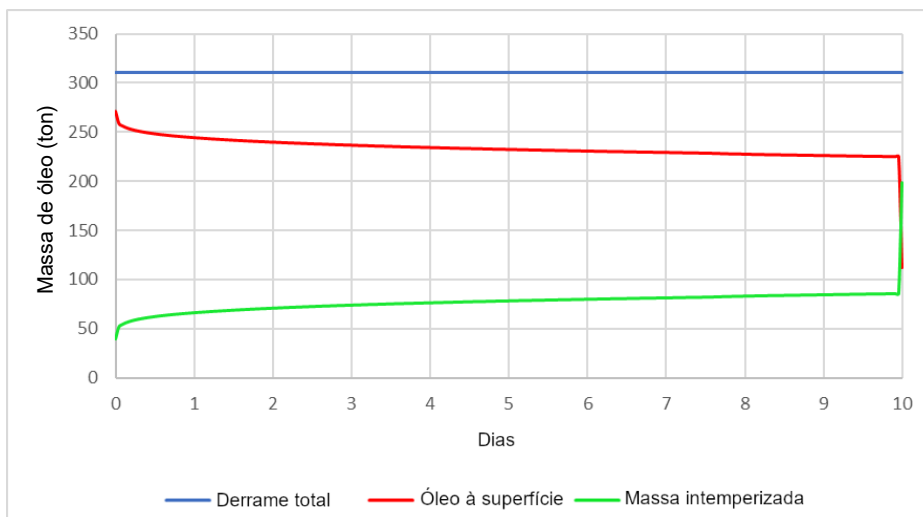


Figura AVII.72: Simulações estocásticas de balanço de massa para o derrame de diesel, com base na área de superfície afectada

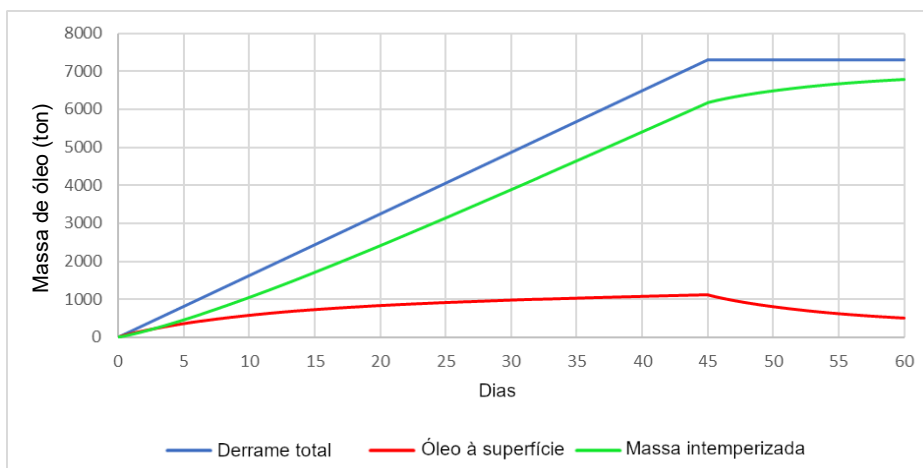


Figura AVII.73: Simulações estocásticas de balanço de massa para o derrame de condensado, com base na área de superfície afectada

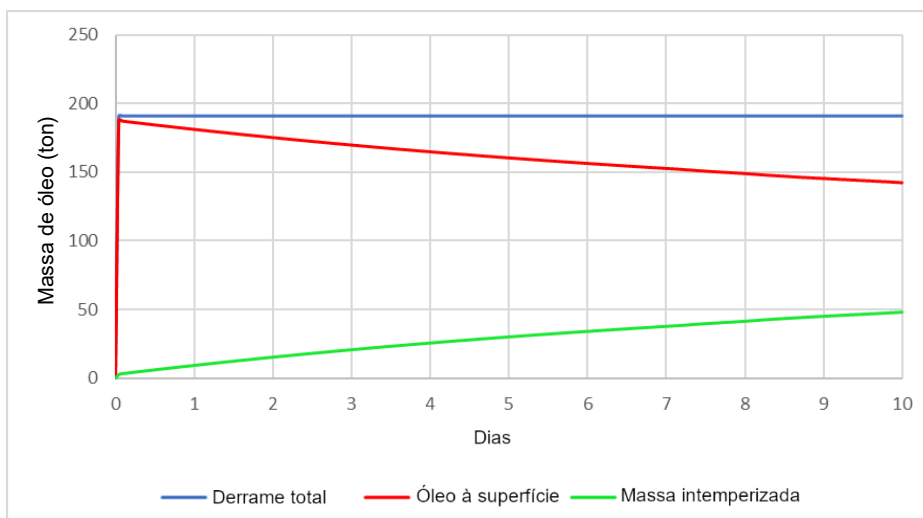


Figura AVII.74: Simulações estocásticas de balanço de massa para o derrame de LTOBM, com base na área de superfície afectada

AVII.3.6.5.2. Resultados do Modelo Determinístico

O modelo determinístico mostra o destino e a trajectória de eventos únicos de derrame, especificamente acompanhando a mudança na espessura do óleo devido aos processos de intemperismo.

O processo de intemperismo, durante o período que começa em Maio, do óleo de um derrame de diesel pode ser visto na Figura AVII.77 à Figura AVII.77, enquanto o intemperismo do derrame de condensados e de LTOBM pode ser visto na Figura AVII.78 à Figura AVII.83, e na Figura AVII.84 à Figura AVII.86, respectivamente.

O processo de intemperismo, durante o período que começa em Outubro, do óleo de um derrame de diesel pode ser visto da Figura AVII.87 à Figura AVII.89, enquanto o intemperismo de derrame de condensado e de LTOBM pode ser visto na Figura AVII.90 à Figura AVII.95, e na Figura AVII.96 à Figura AVII.98, respectivamente.

O processo de intemperismo, durante o período que começa em Março, do óleo de um derrame de diesel pode ser visto na Figura AVII.99 à Figura AVII.101, enquanto o intemperismo de um derrame de condensado e de LTOBM pode ser visto da Figura AVII.102 à Figura AVII.107, e na Figura AVII.108 à Figura AVII.110, respectivamente.

Na Figura AVII.111 à Figura AVII.119 mostra-se os gráficos de balanço de massa (volumes totais em toneladas) para simulações de diesel, condensado de gás e LTOBM, para cada um dos períodos determinísticos. Como se nota nas figuras, a presença de partículas de óleo na superfície da água do mar diminui ao longo do tempo devido aos vários processos de intemperismo (por exemplo, disseminação, evaporação, dispersão e dissolução) que transformam as propriedades do petróleo à medida que os óleos passam tempo no ambiente. A taxa de desintegração do petróleo é, portanto, afectada pelas condições locais (ou seja, ventos, correntes e características da água do mar) que podem aumentar ou reduzir a presença de óleo na superfície da água. Na Figura AVII.120 à Figura AVII.128 mostra-se a área crescente e a espessura de óleo decrescente do derrame para cada simulação determinística.

A Figura AVII.129, Figura AVII.130 e Figura AVII.131 representam a área de superfície máxima para cada uma das 100 simulações que excedem uma espessura média de óleo de 0,1 μm (óleo visível), conforme executado para as simulações estocásticas de derrames de diesel, condensado de gás e LTOBM, respectivamente. Também mostra a classificação na área de superfície afectada para cada uma das execuções individuais, com a mediana realçada com um preenchimento laranja.

O movimento de desenvolvimento e declínio do derrame superficial para as simulações medianas são representados na Figura AVII.132 à Figura AVII.134 para o diesel, na Figura AVII.135 à Figura AVII.140 para o condensado de gás e na Figura AVII.141 à Figura AVII.143 para LTOBM. A Figura AVII.144 e a Figura AVII.145 mostram o balanço de massa para a simulação mediana identificada do derrame de diesel, condensados e LTOBM, respectivamente, enquanto a Figura AVII.147 à Figura AVII.149 mostram a área crescente e a espessura decrescente ao longo do tempo para cada um dos cenários medianos.

Os resumos dos resultados para cada uma das simulações determinísticas para os derrames de gasóleo, condensado e LTOBM são apresentados na Tabela AVII.34.

Tabela AVII.34: Resultados do modelo determinístico

Cenários	Concentração máxima (L/km ²)	Área de superfície cumulativa com óleo visível (km ²)	Área de superfície cumulativa >1µm (km ²)
Derrame de diesel associado à colisão de navios durante Maio	3 002	3 548	315
Explosão da cabeça do poço no fundo do mar (condensado de gás) durante Maio	1 994	46 209	867
Desconexão de ascensor com derrame de LTOBM durante Maio	3 064	3 312	315
Derrame de diesel associado à colisão de navios durante Março	3 730	3 706	473
Explosão da cabeça do poço no fundo do mar (condensado de gás) durante Março	2.858	36.904	552
Desconexão de ascensor com derrame de LTOBM durante Março	3 105	3 391	394
Derrame de diesel associado à colisão de navios durante Outubro	3 031	4 652	473
Explosão da cabeça do poço no fundo do mar (condensado de gás) durante Outubro	1 639	34 696	315
Desconexão de ascensor com derrame de LTOBM durante Outubro	3 073	3 706	552
Derrame de diesel associado à colisão de navios para a simulação mediana	3 686	7 964	789
Explosão da cabeça do poço no fundo do mar (condensado de gás) para a simulação mediana	2 858	36 904	552
Desconexão de ascensor com derrame de LTOBM para a simulação mediana	3 077	8 280	631

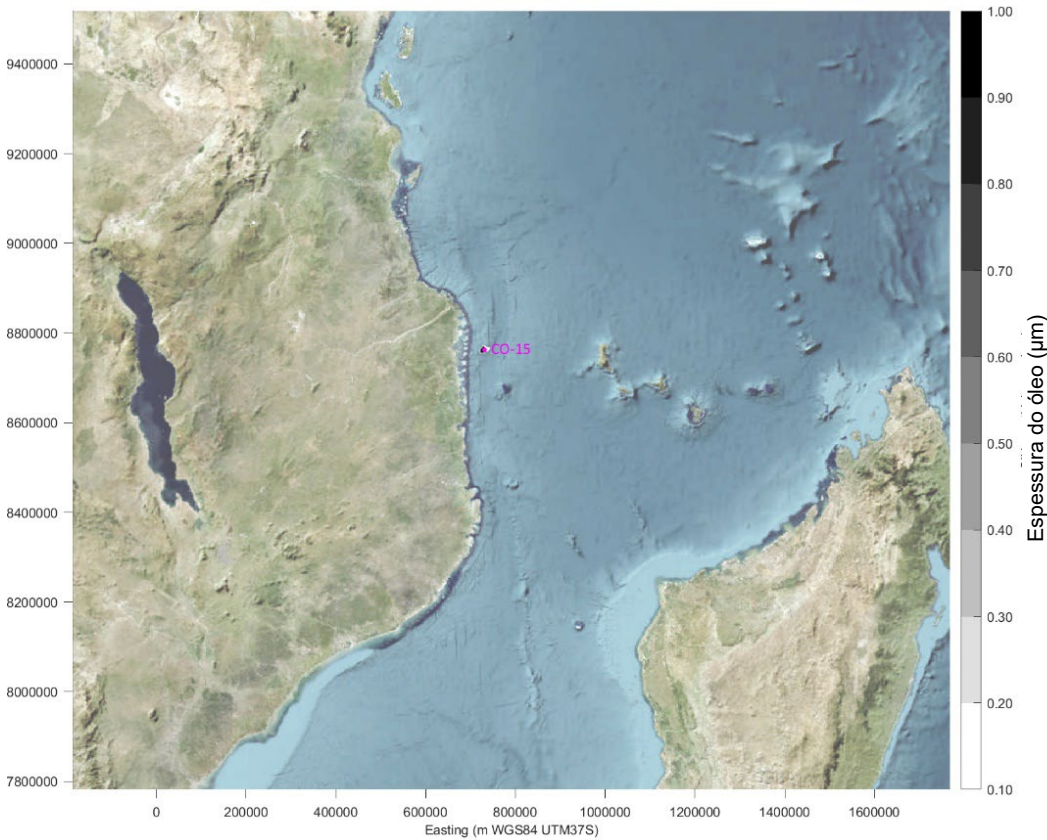
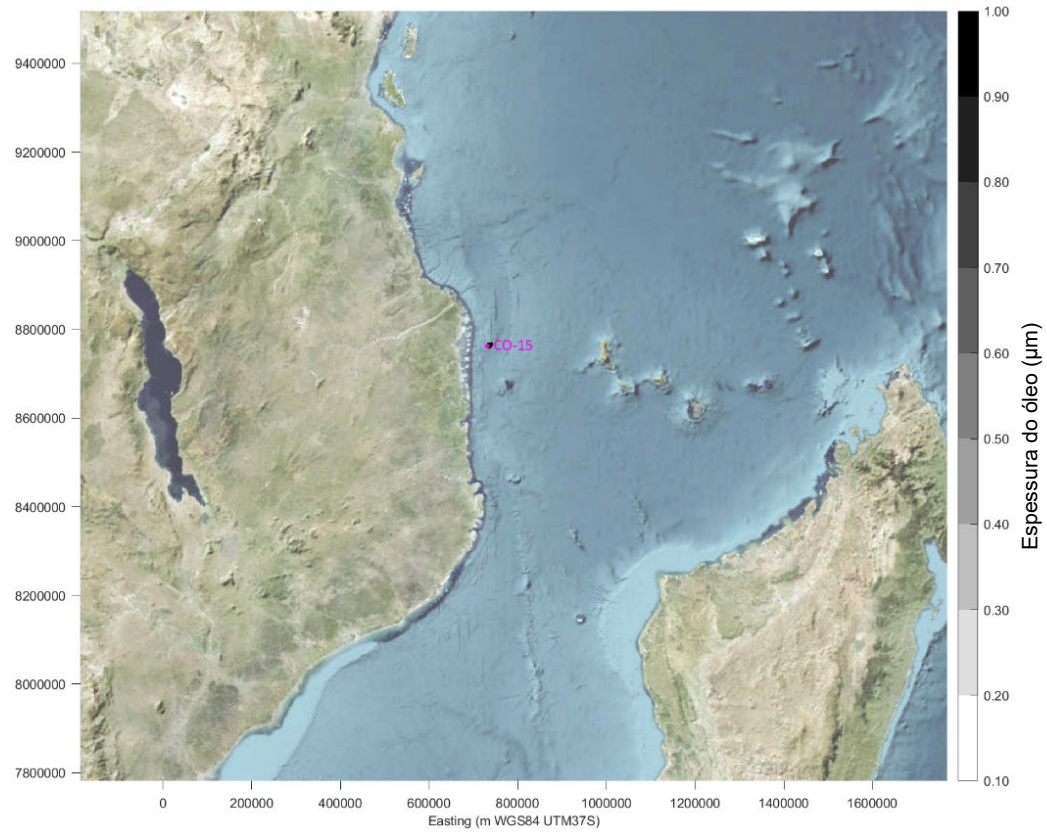


Figura AVII.75: Intemperismo do derrame de diesel durante o mês de Maio após 1 hora (cima) e 6 horas (baixo)

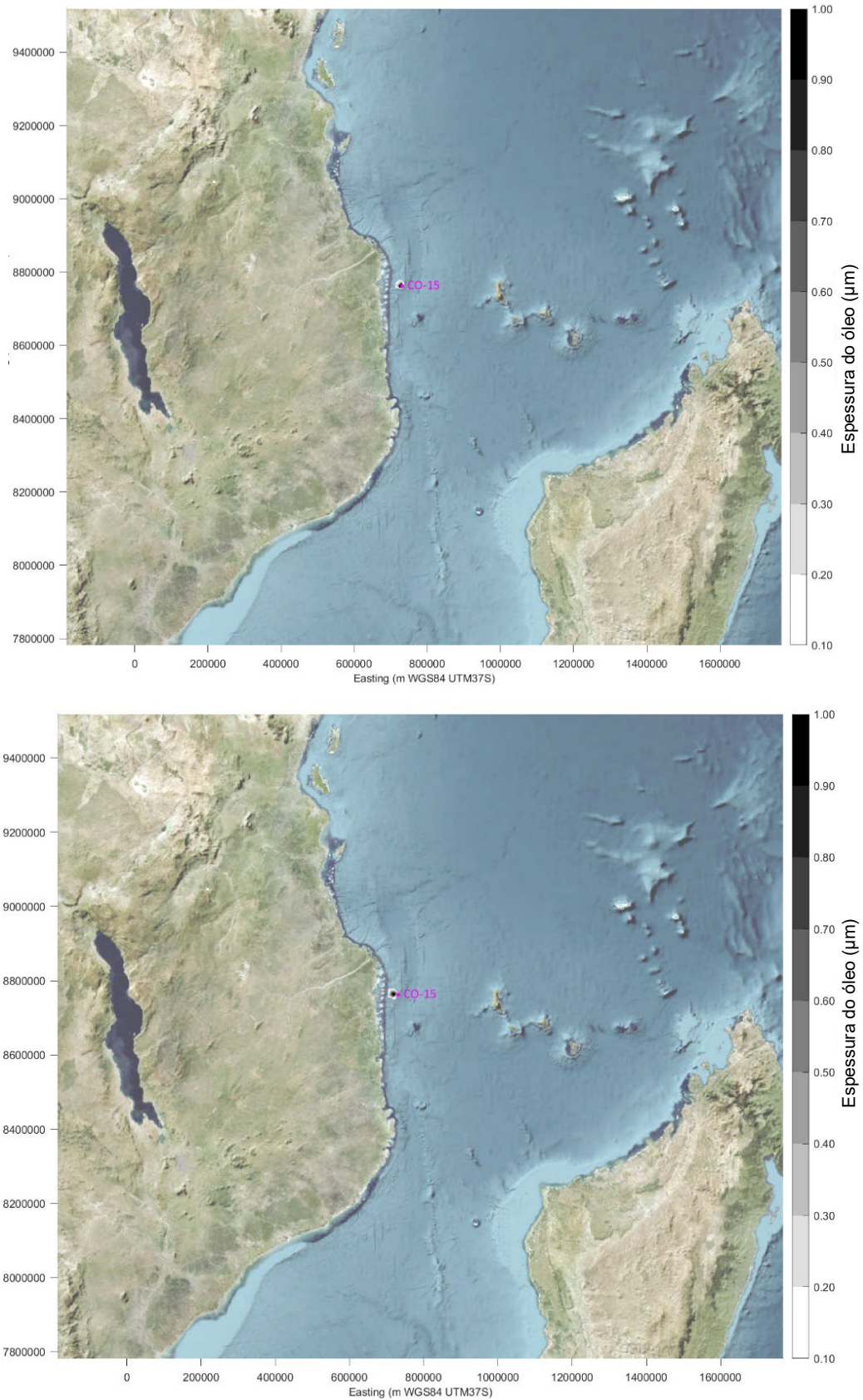


Figura AVII.76: Intemperismo do derrame de diesel durante o mês de Maio após 12 horas (cima) e 24 horas (baixo)

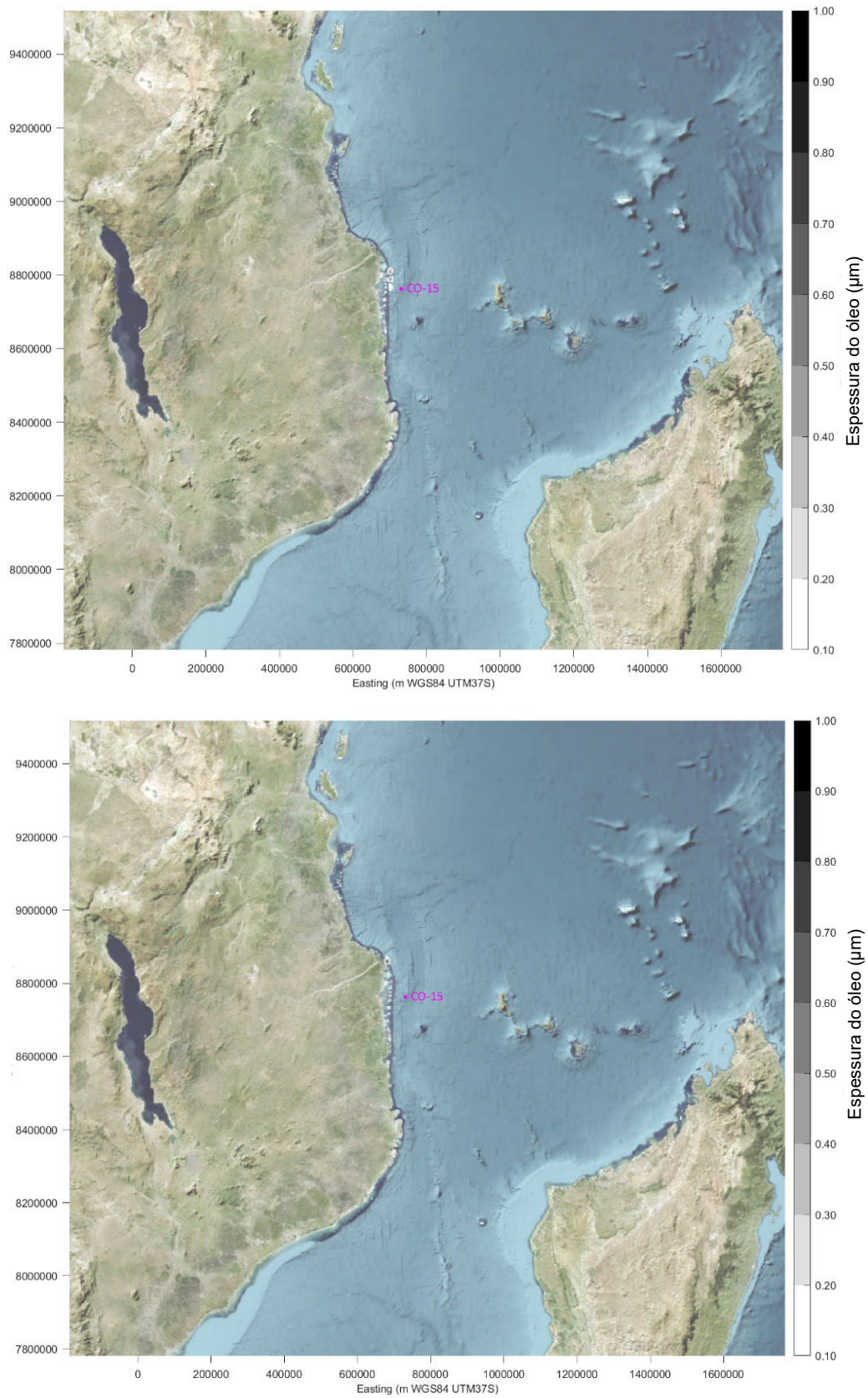


Figura AVII.77: Intemperismo do derrame de diesel durante o mês de Maio após 3 dias (cima) e 7 dias (baixo)

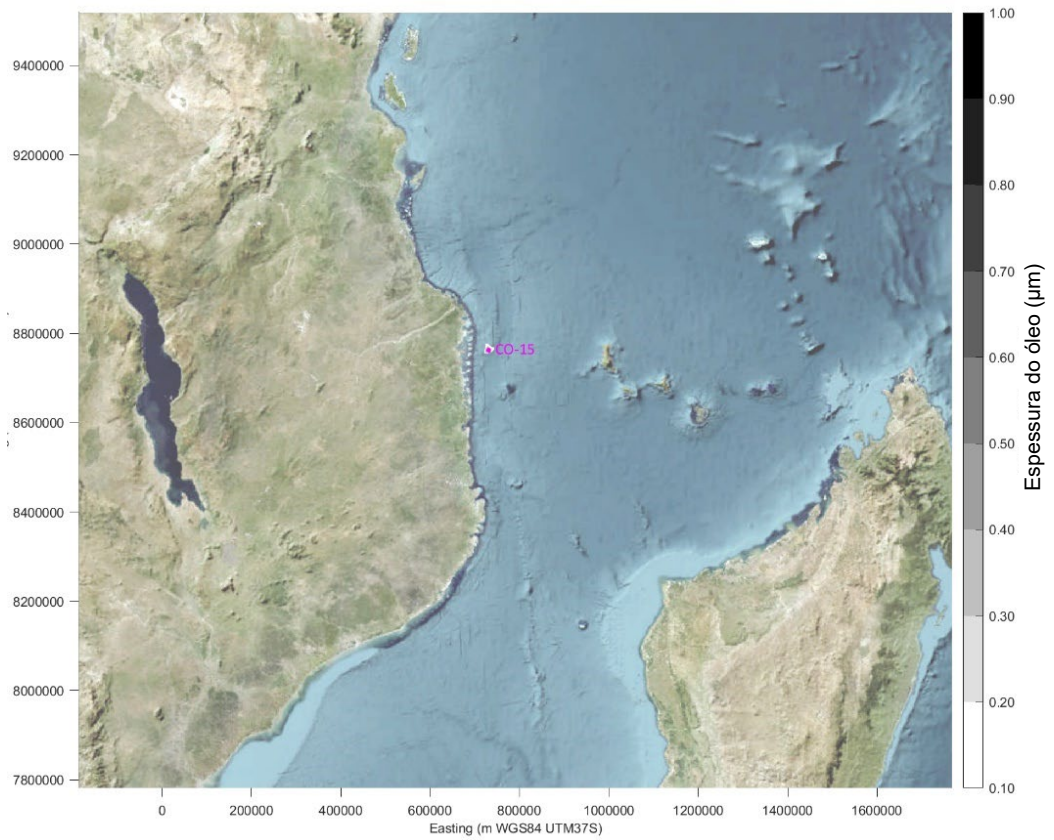
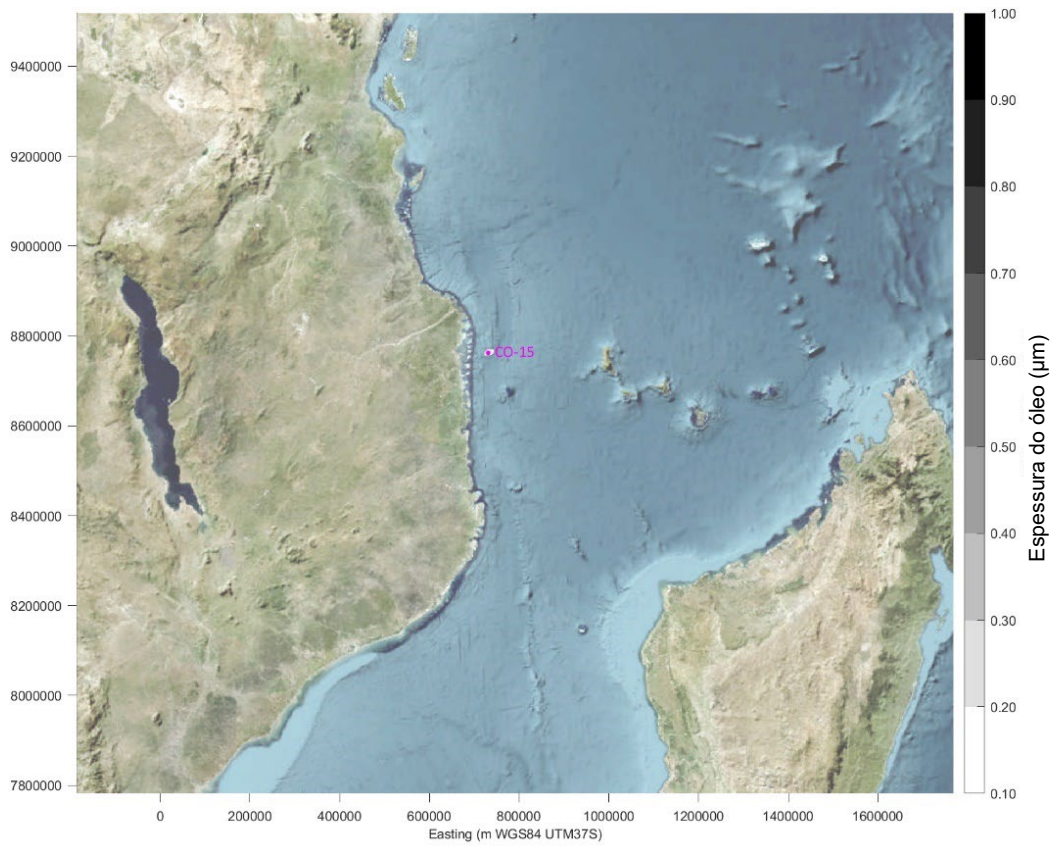


Figura AVII.78: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Maio após 6 horas (cima) e 12 horas (baixo)

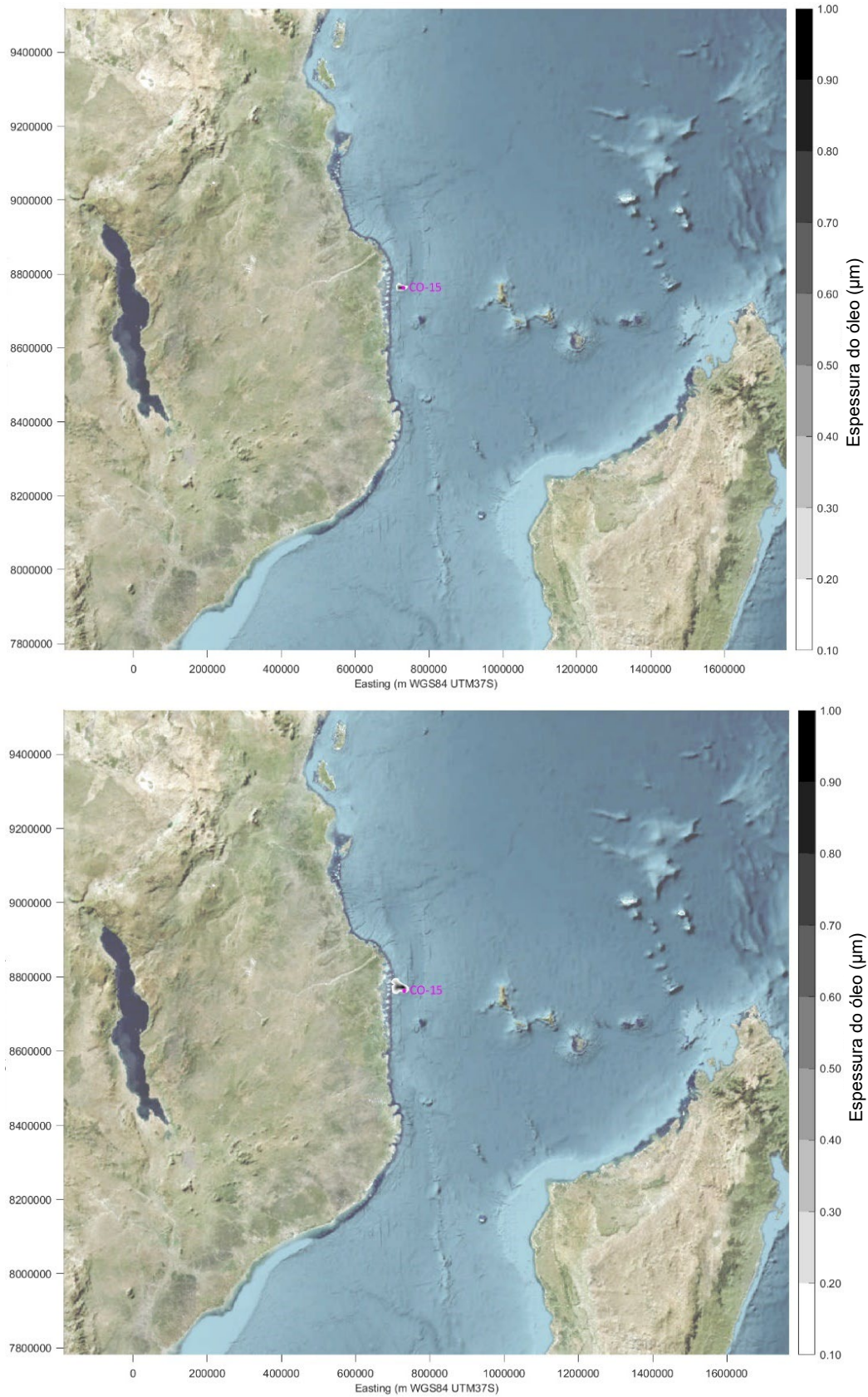


Figura AVII.79: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Maio após 24 horas (cima) e 3 dias (baixo)

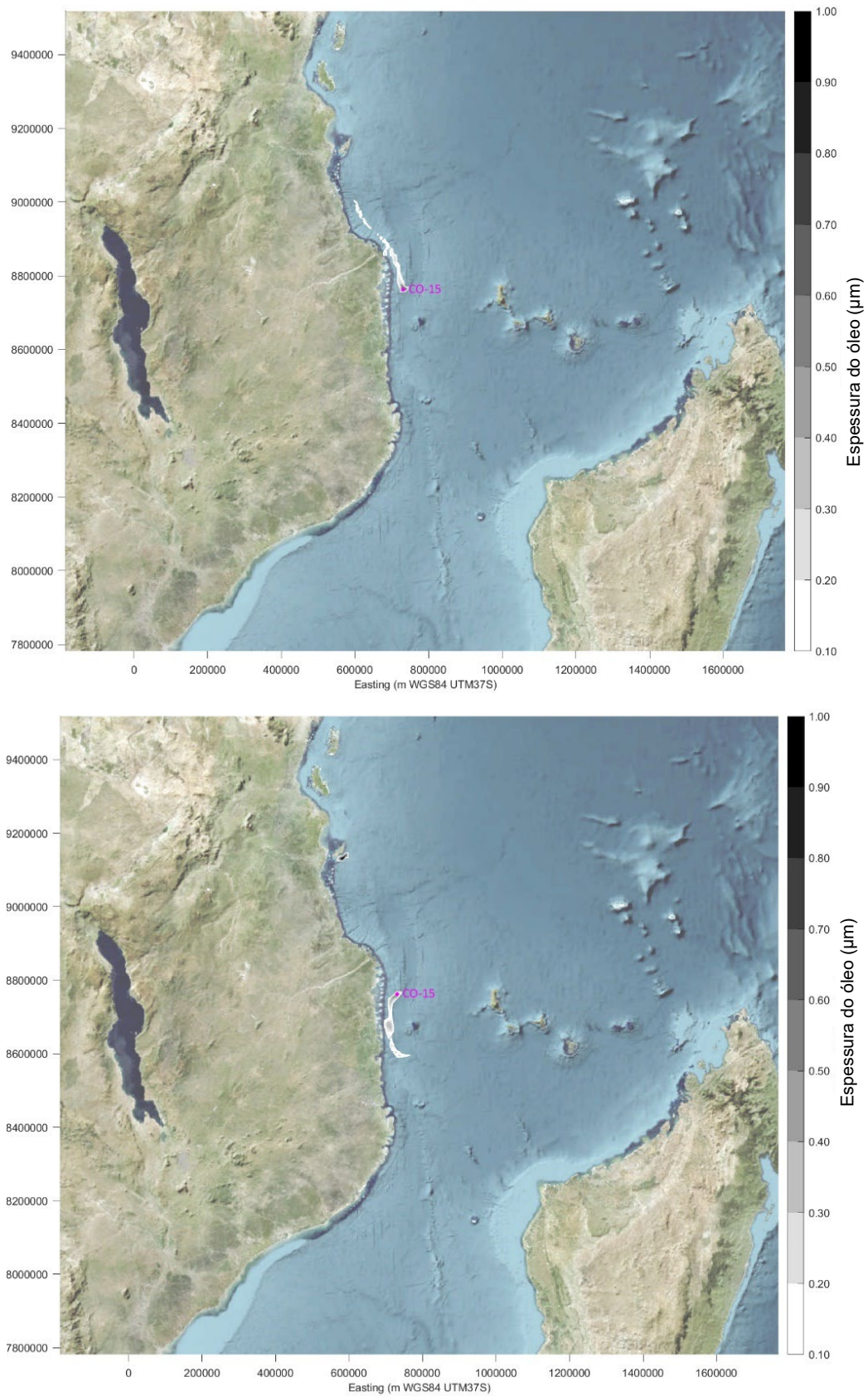


Figura AVII.80: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Maio após 7 dias (cima) e 2 semanas (baixo)

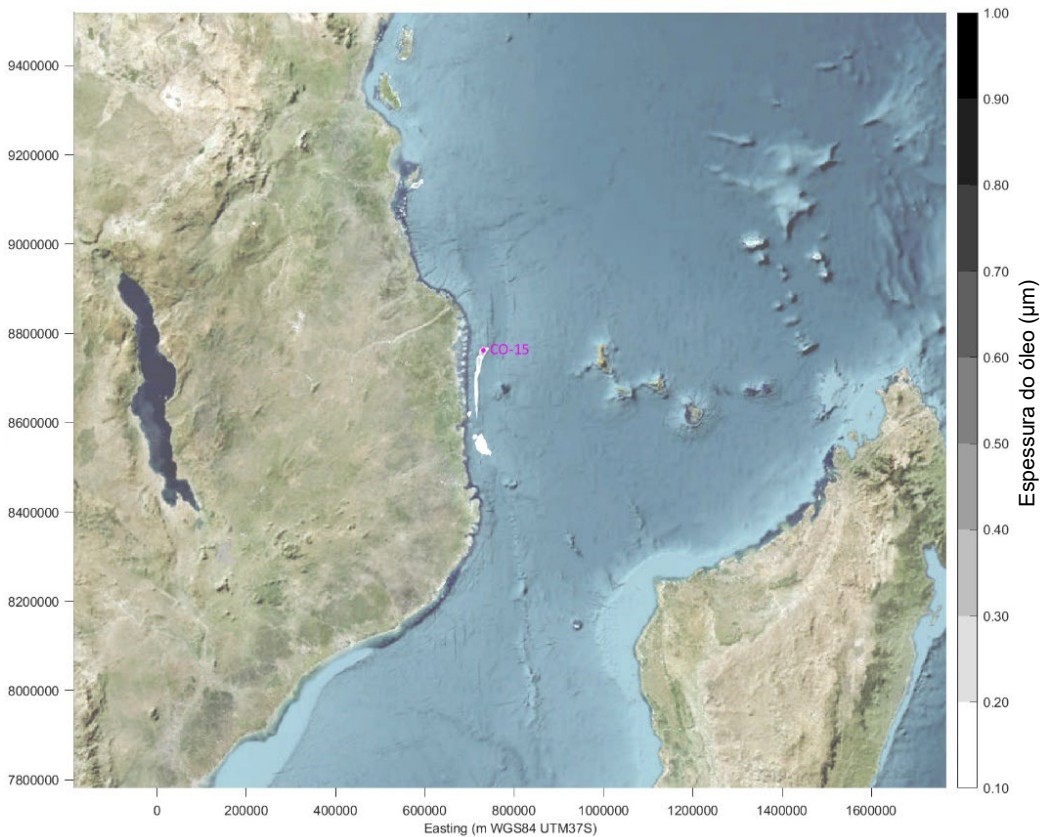
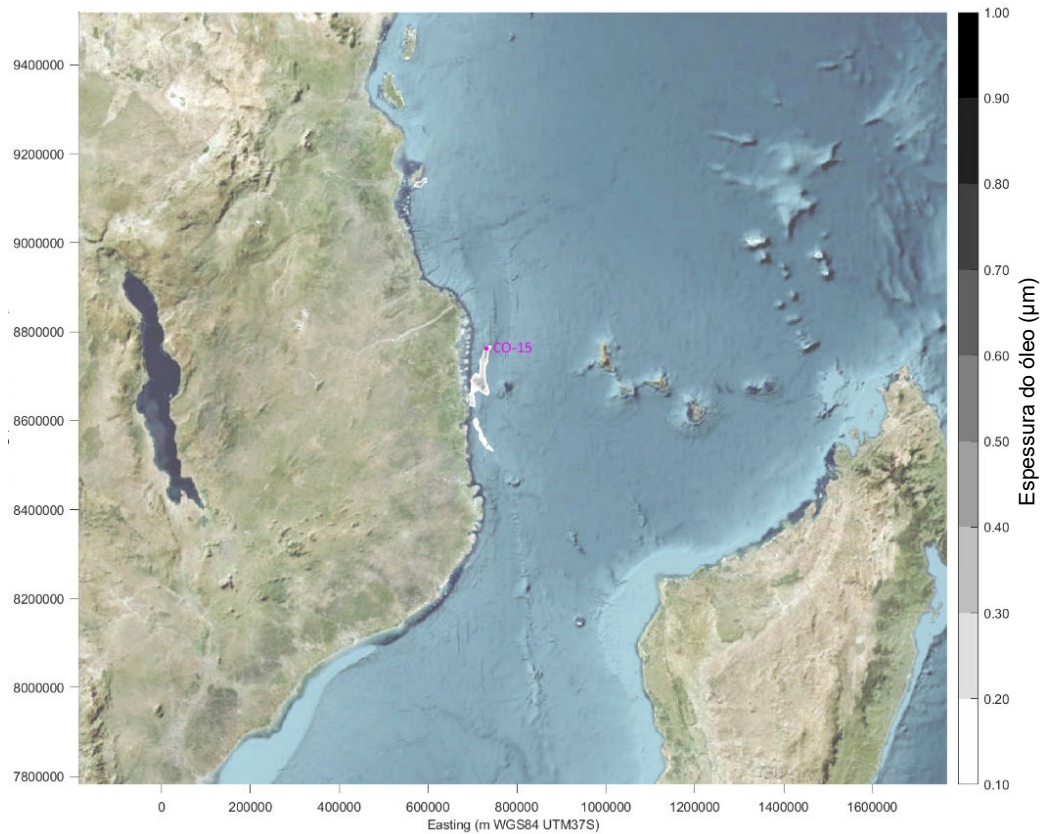


Figura AVII.81: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Maio após 3 semanas (cima) e 4 semanas (baixo)

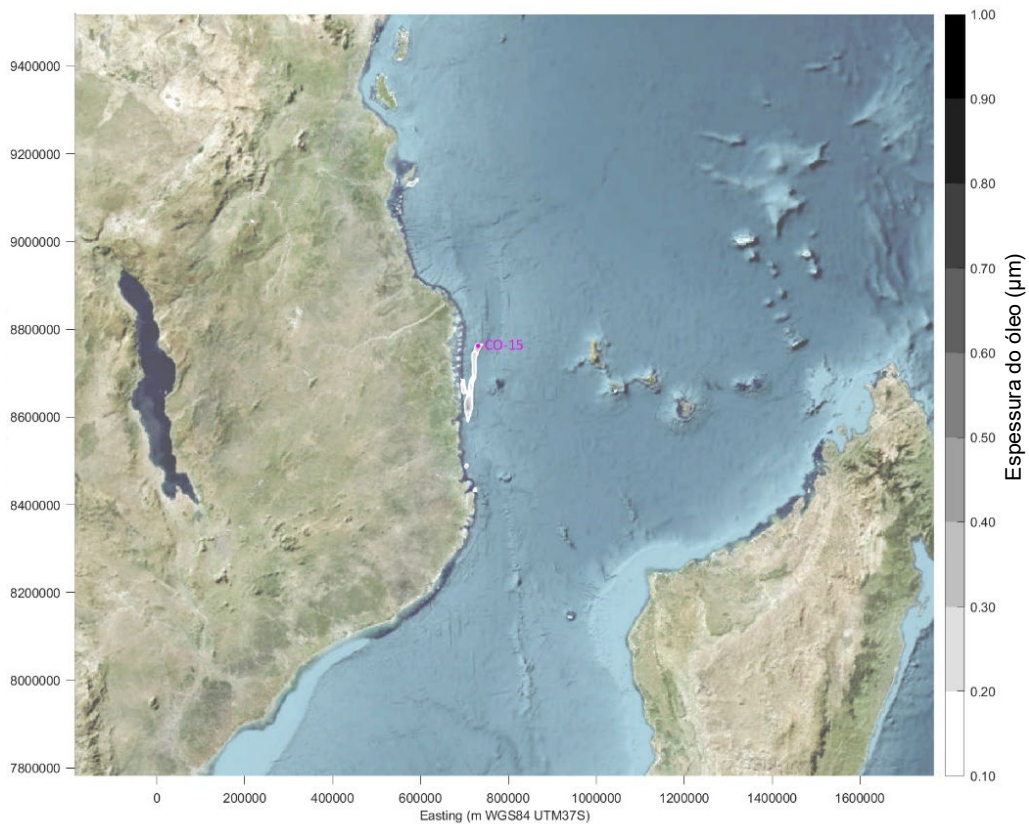
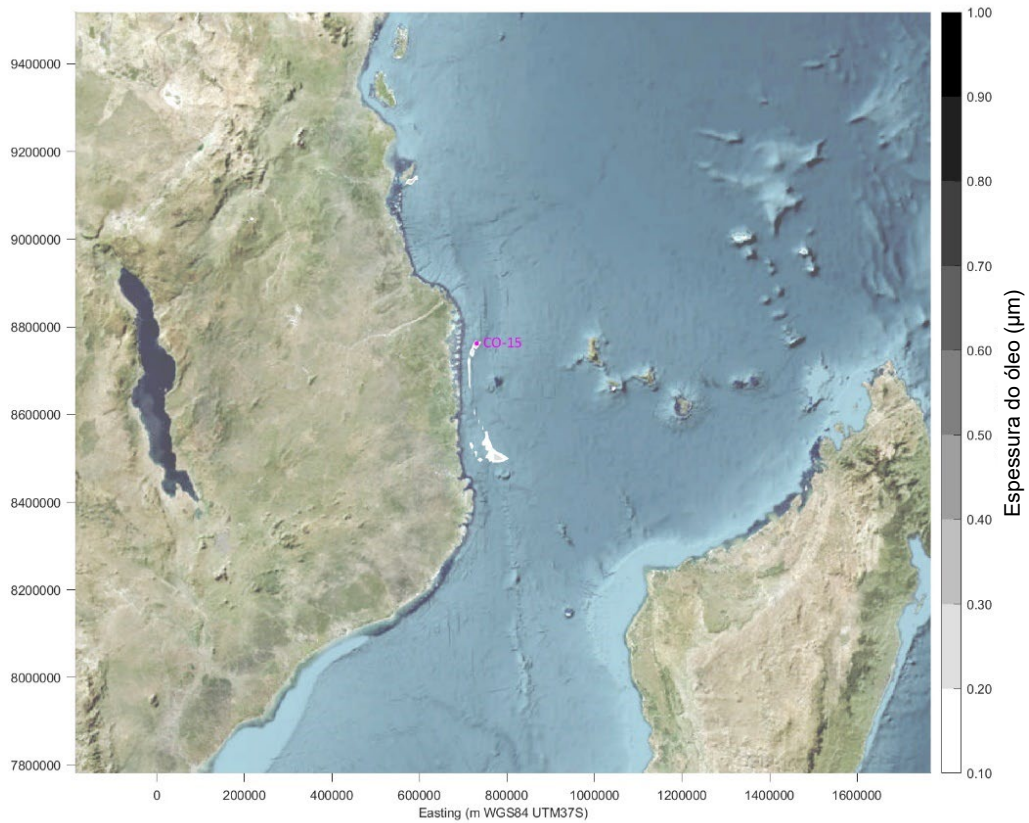


Figura AVII.82: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Maio após 5 semanas (cima) e 6 semanas (baixo)

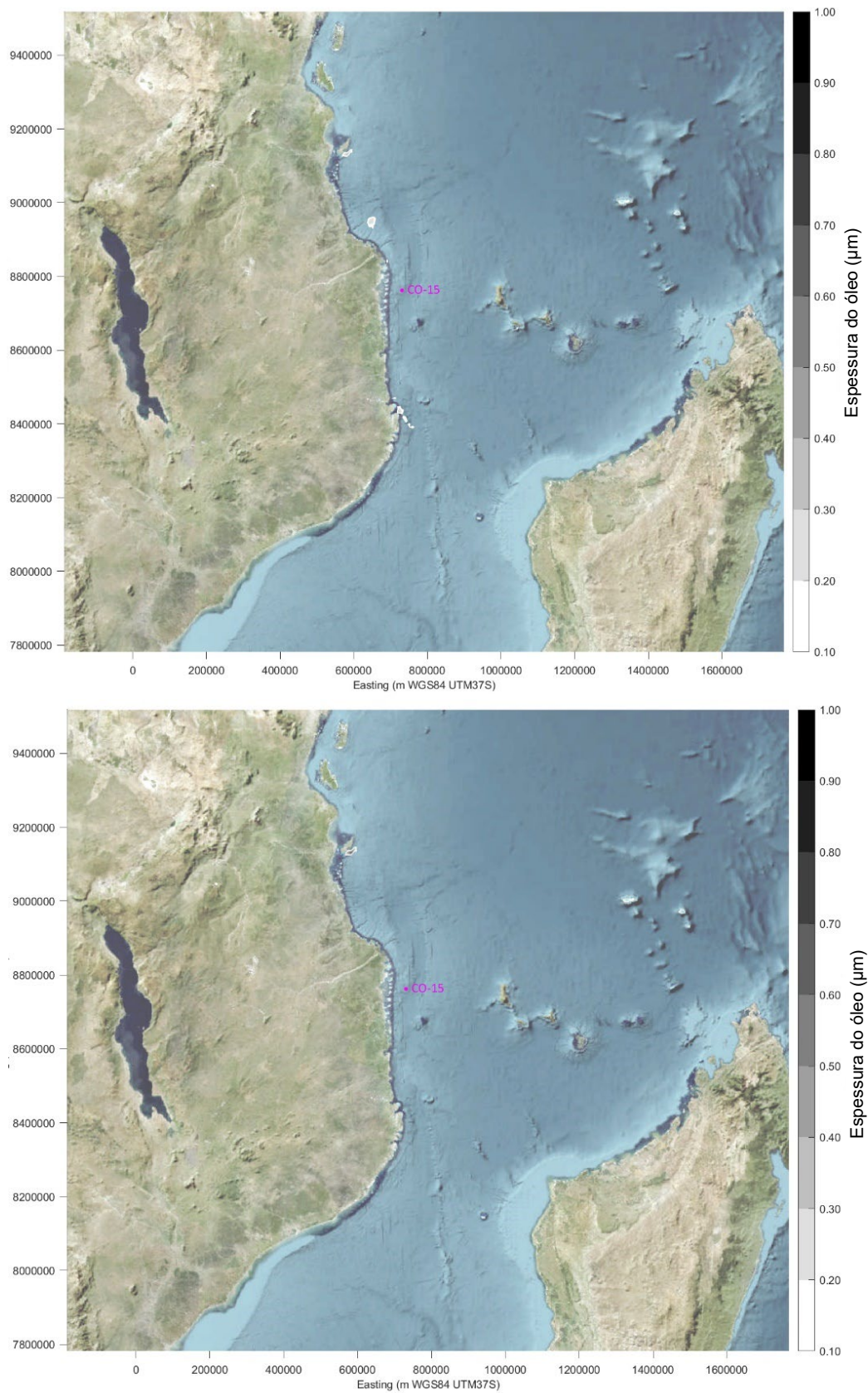


Figura AVII.83: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Maio após 7 semanas (cima) e 8 semanas (baixo)

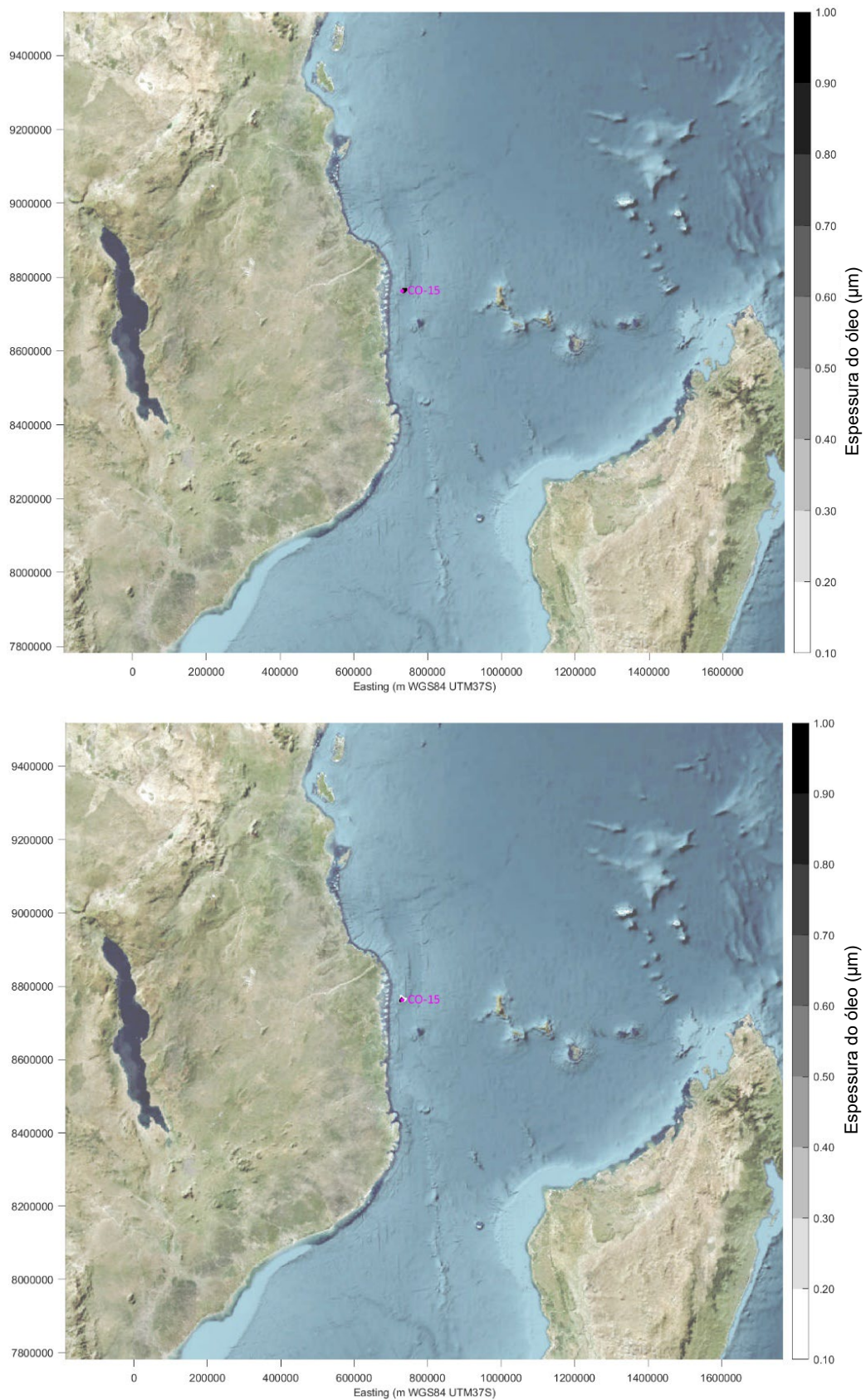


Figura AVII.84: Intemperismo do derrame de LTOBM durante o mês de Maio após 1 hora (cima) e 6 horas (baixo)

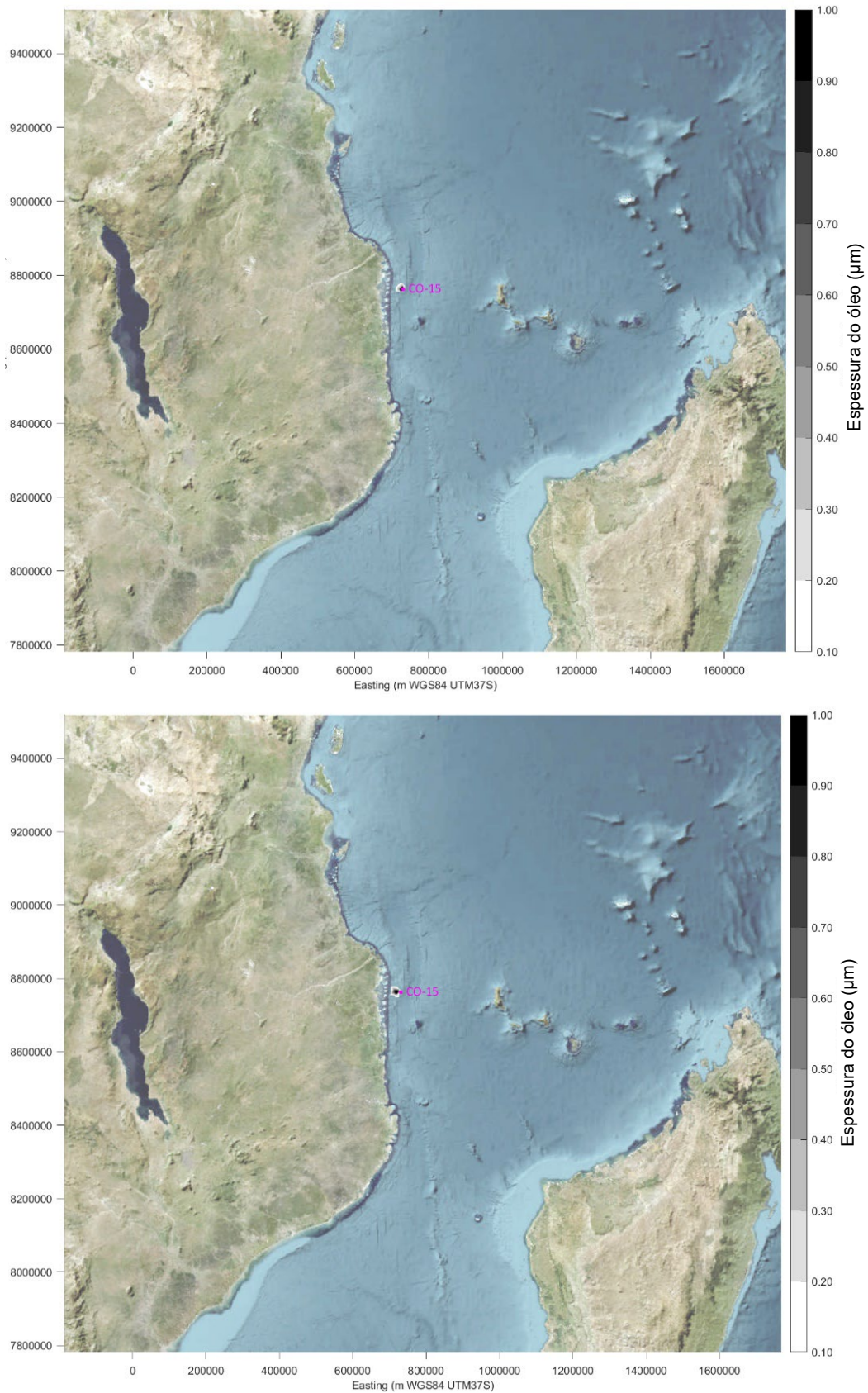


Figura AVII.85: Intemperismo do derrame de LTOBM durante o mês de Maio após 12 horas (cima) e 24 horas (baixo)

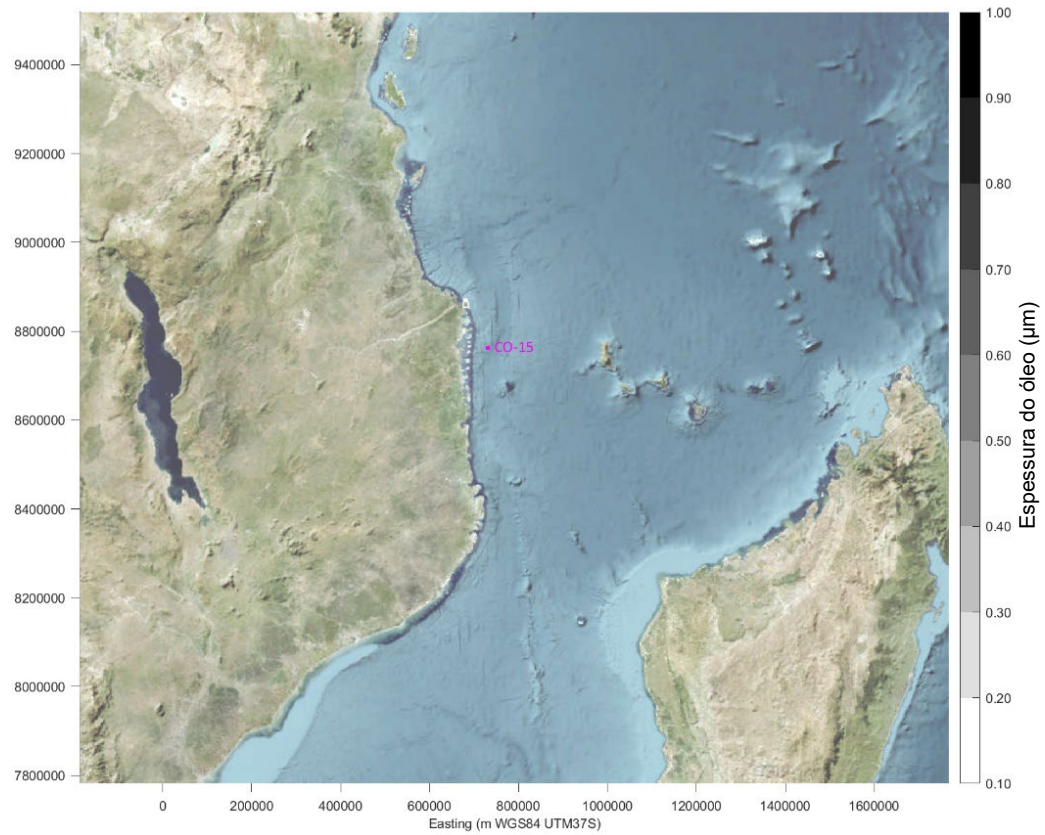
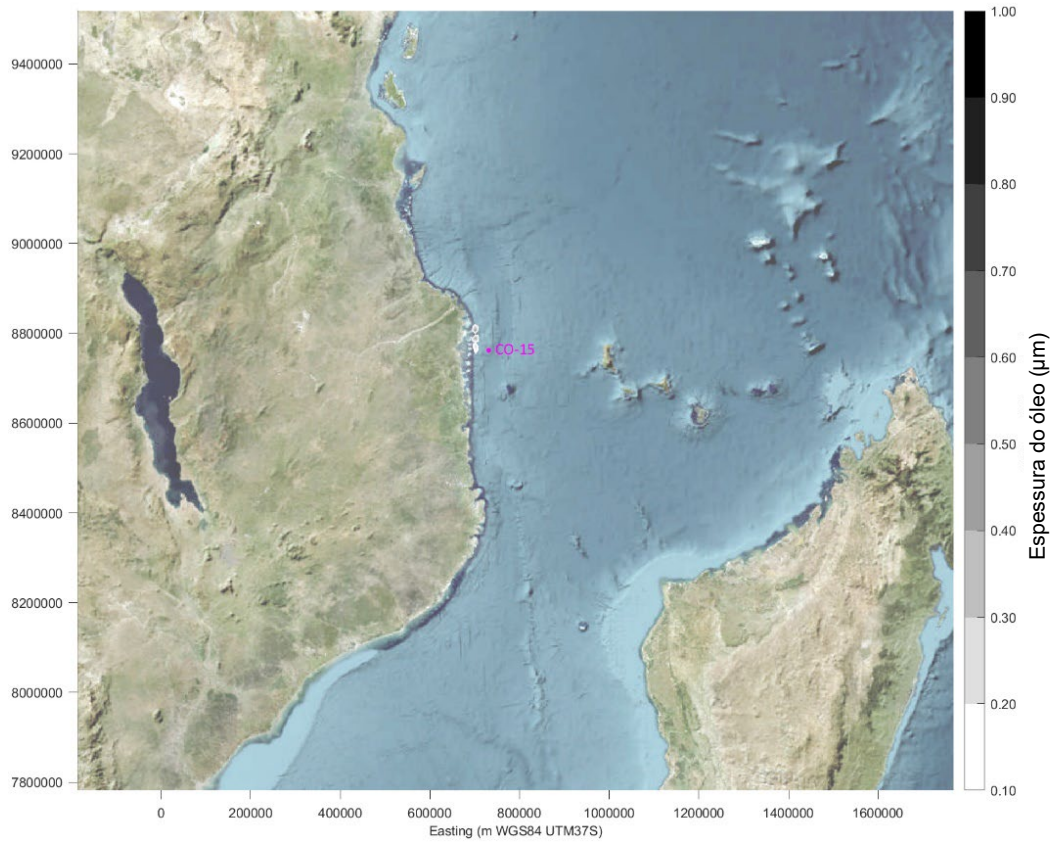


Figura AVII.86: Intemperismo do derrame de LTOBM durante o mês de Maio após 3 dias (cima) e 7 dias (baixo)

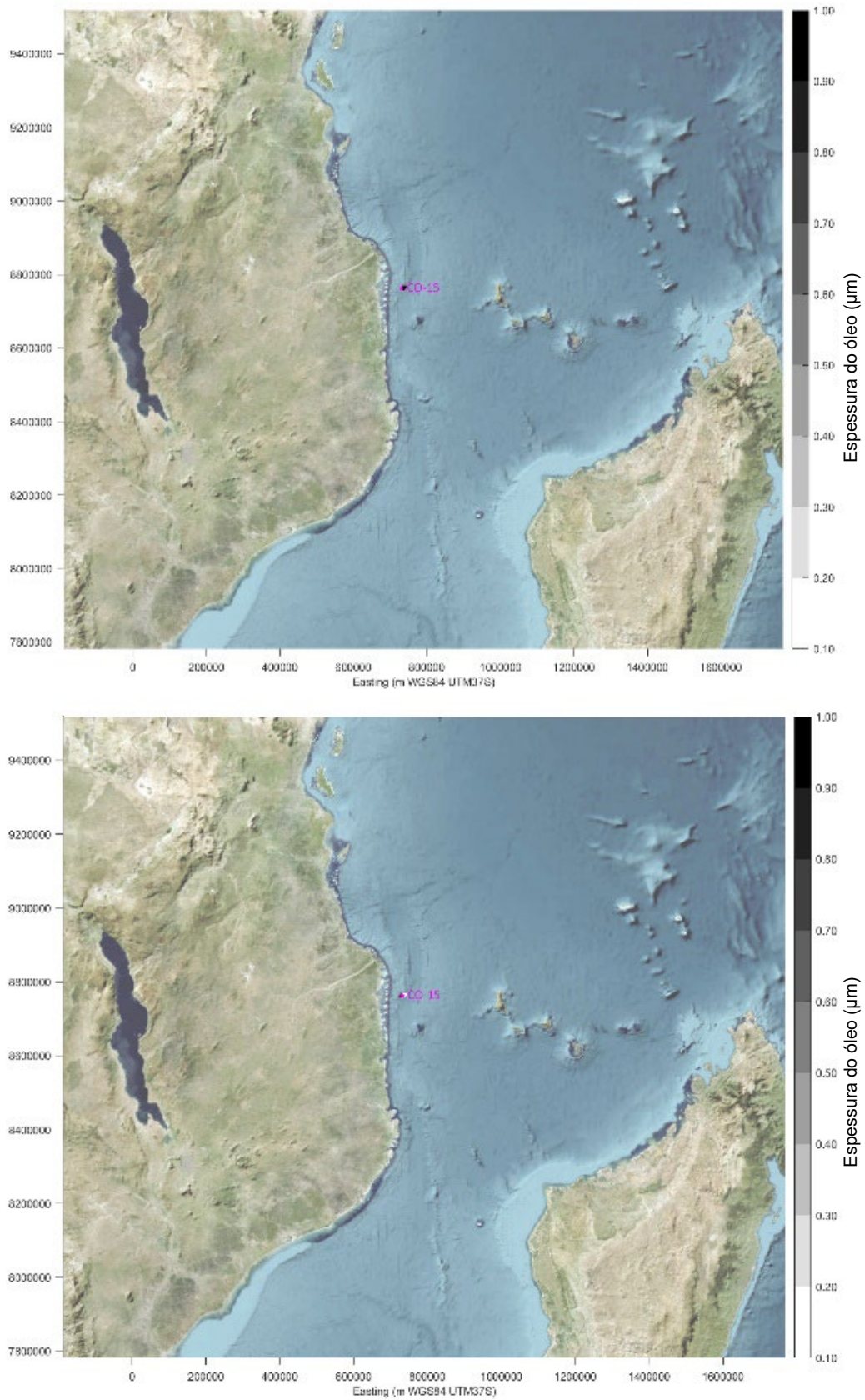


Figura AVII.87: Intemperismo do derrame de diesel durante o mês de Outubro após 1 hora (cima) e 6 horas (baixo)

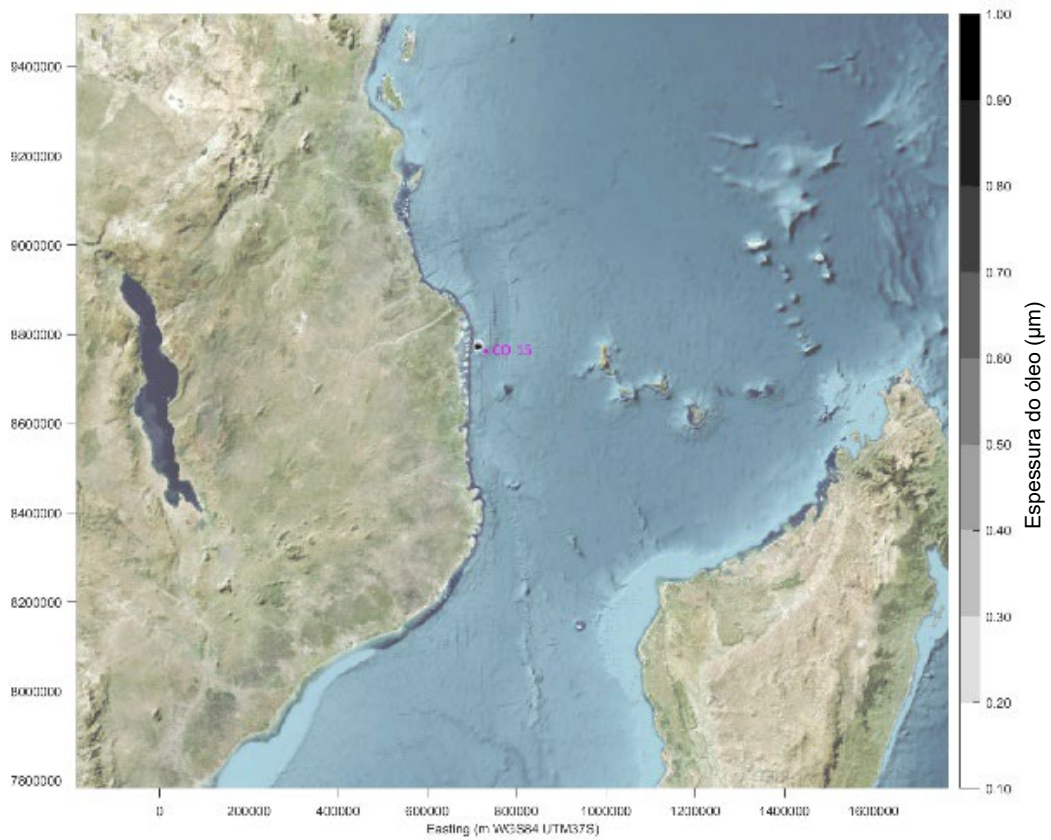
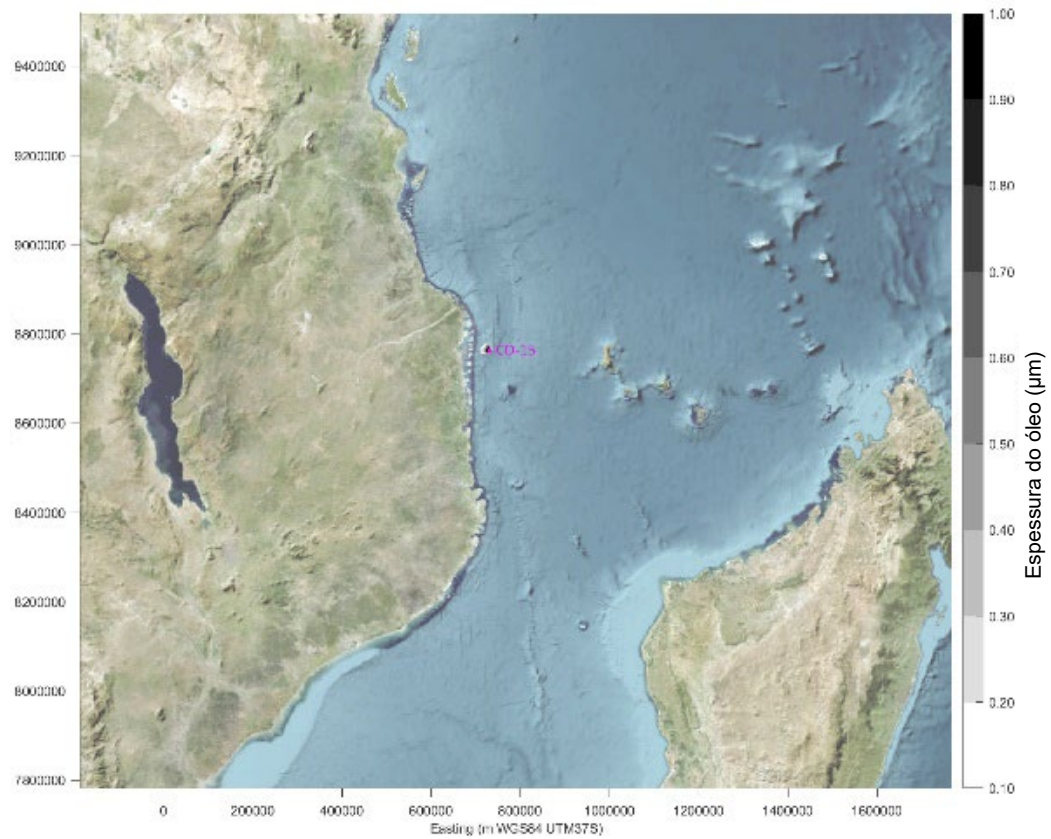


Figura AVII.88: Intemperismo do derrame de diesel durante o mês de Outubro após 12 horas (cima) e 24 horas (baixo)

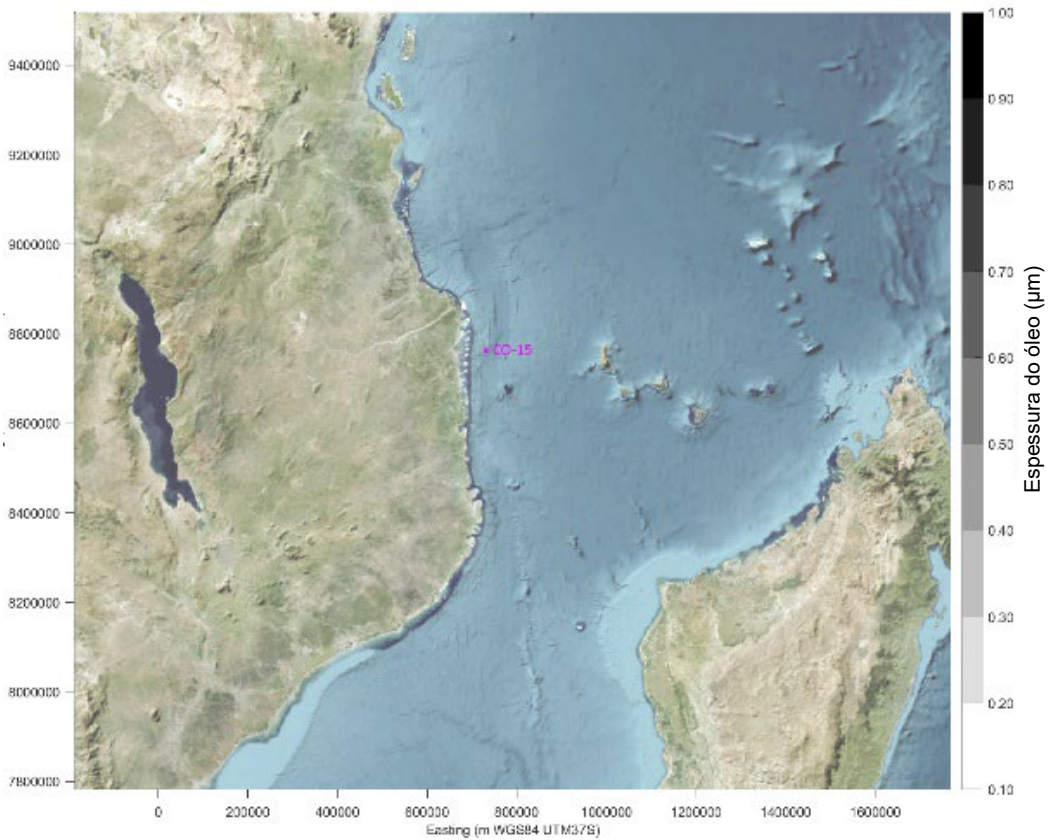
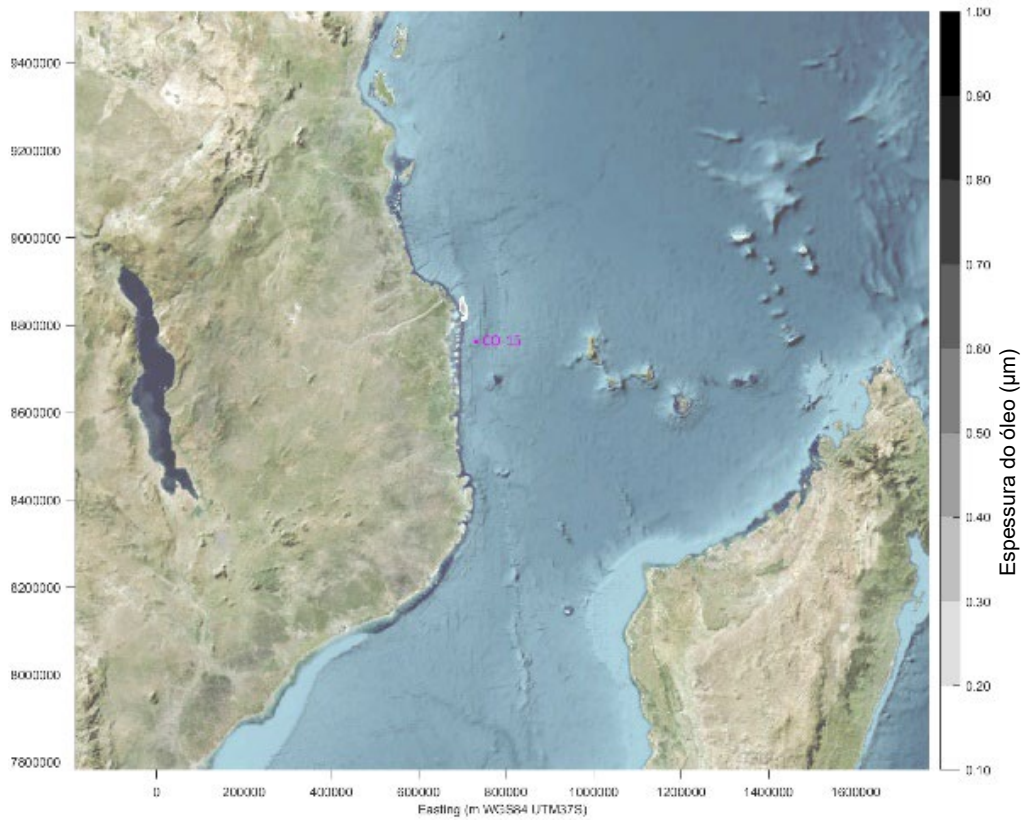


Figura AVII.89: Intemperismo do derrame de diesel durante o mês de Outubro após 3 dias (cima) e 7 dias (baixo)

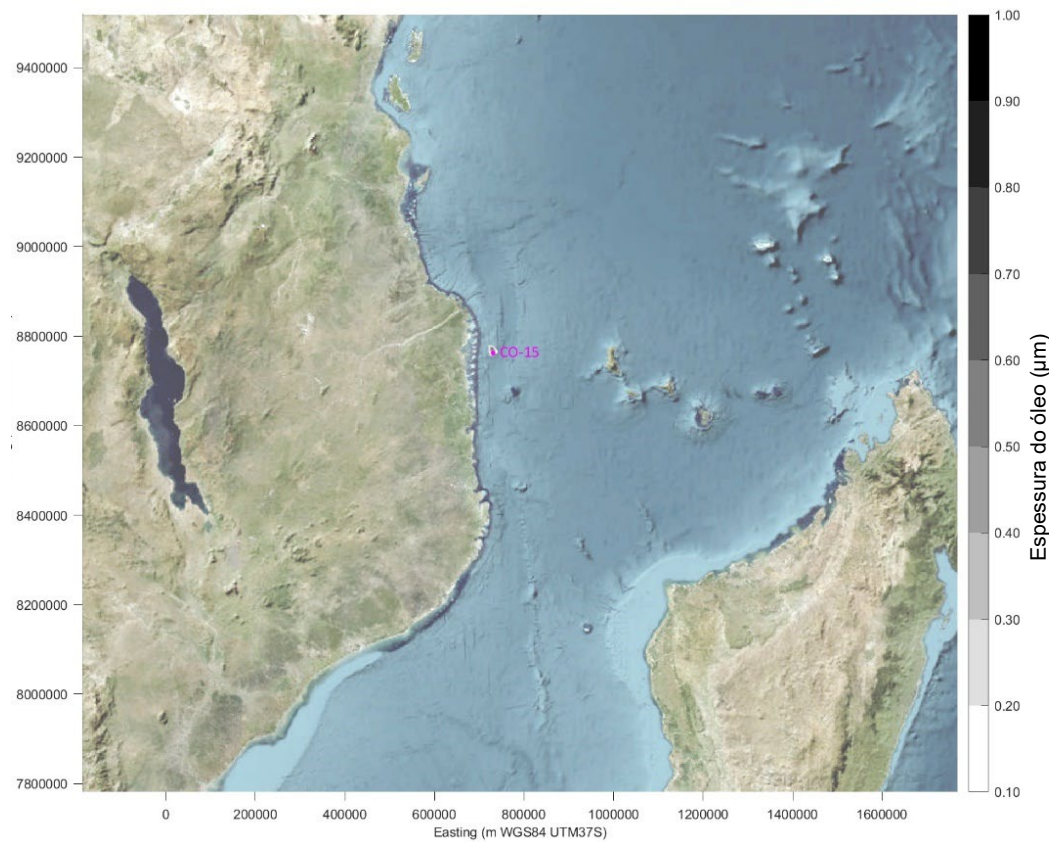
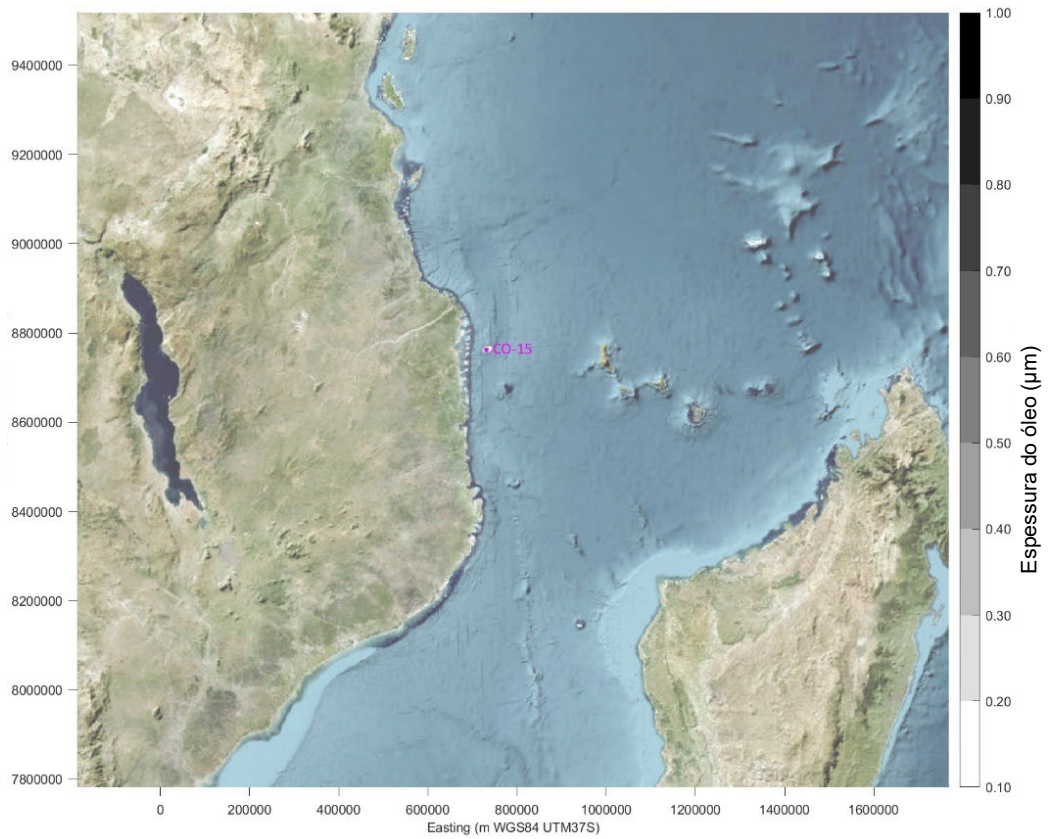


Figura AVII.90: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Outubro após 6 horas (cima) e 12 horas (baixo)

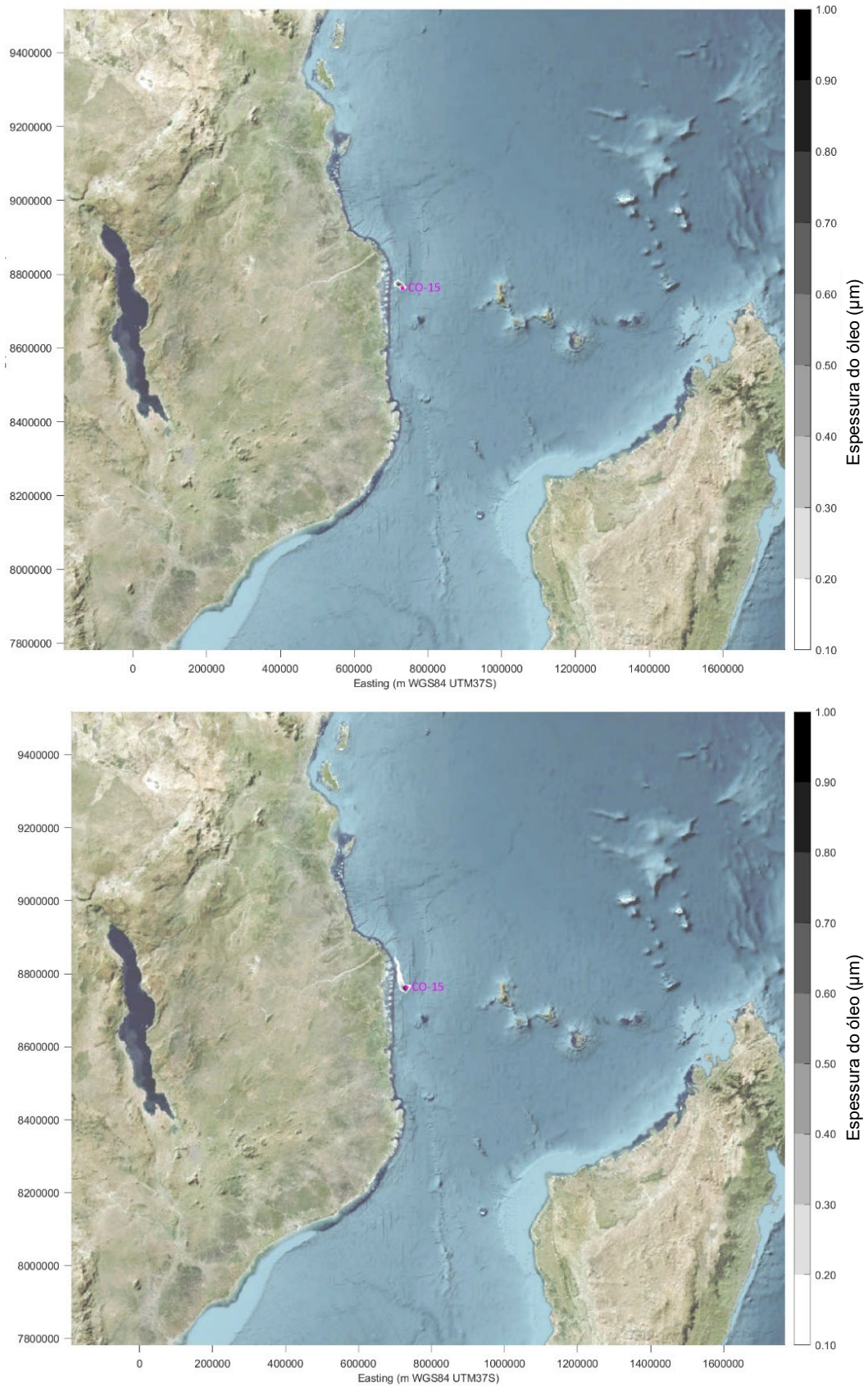


Figura AVII.91: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Outubro após 24 horas (cima) e 3 dias (baixo)

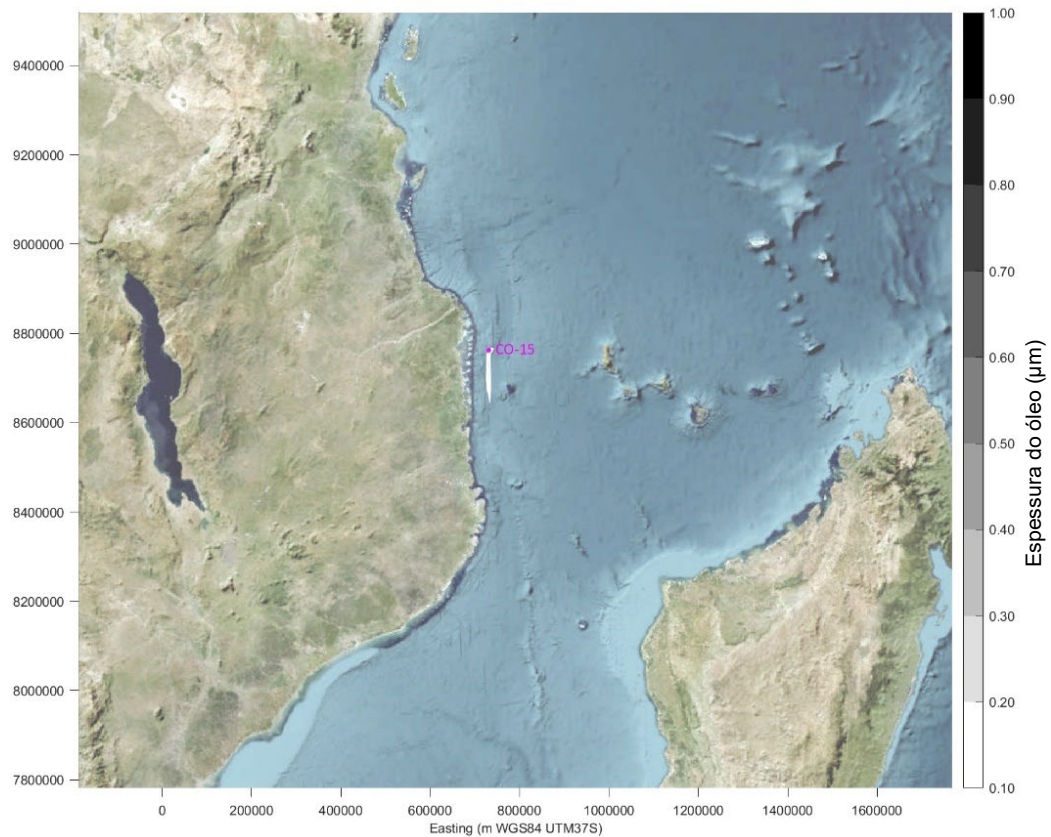
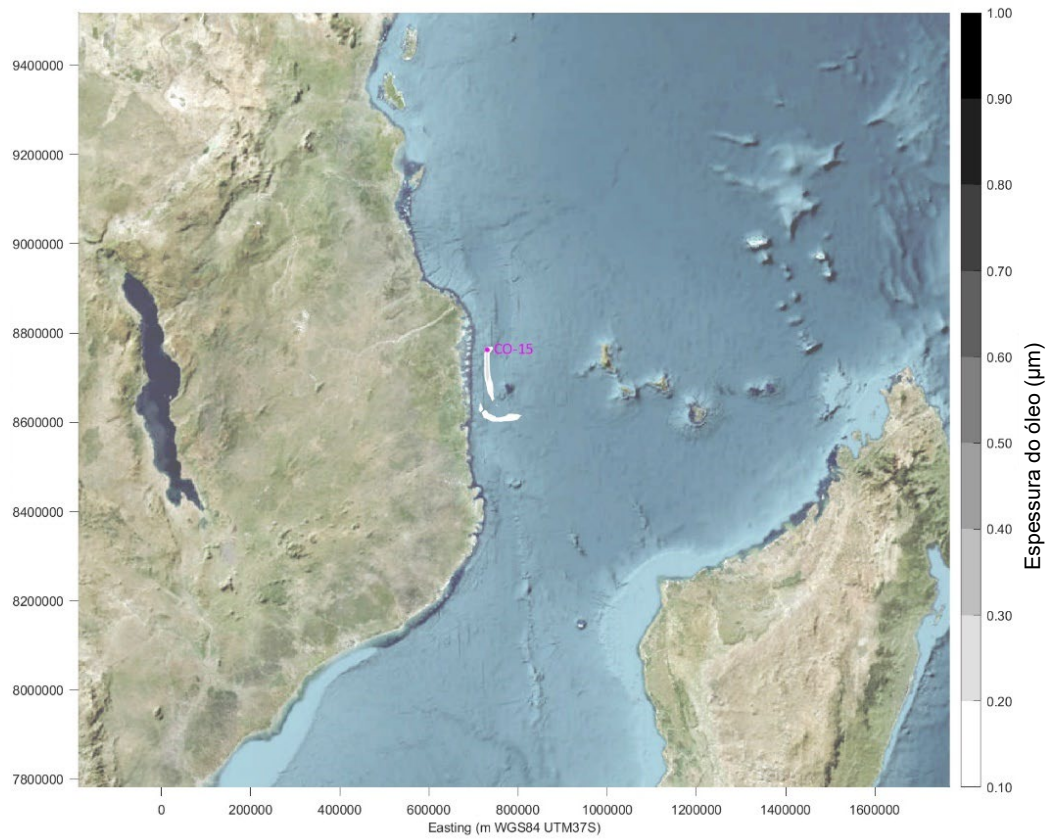


Figura AVII.92: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Outubro após 7 dias (cima) e 2 semanas (baixo)

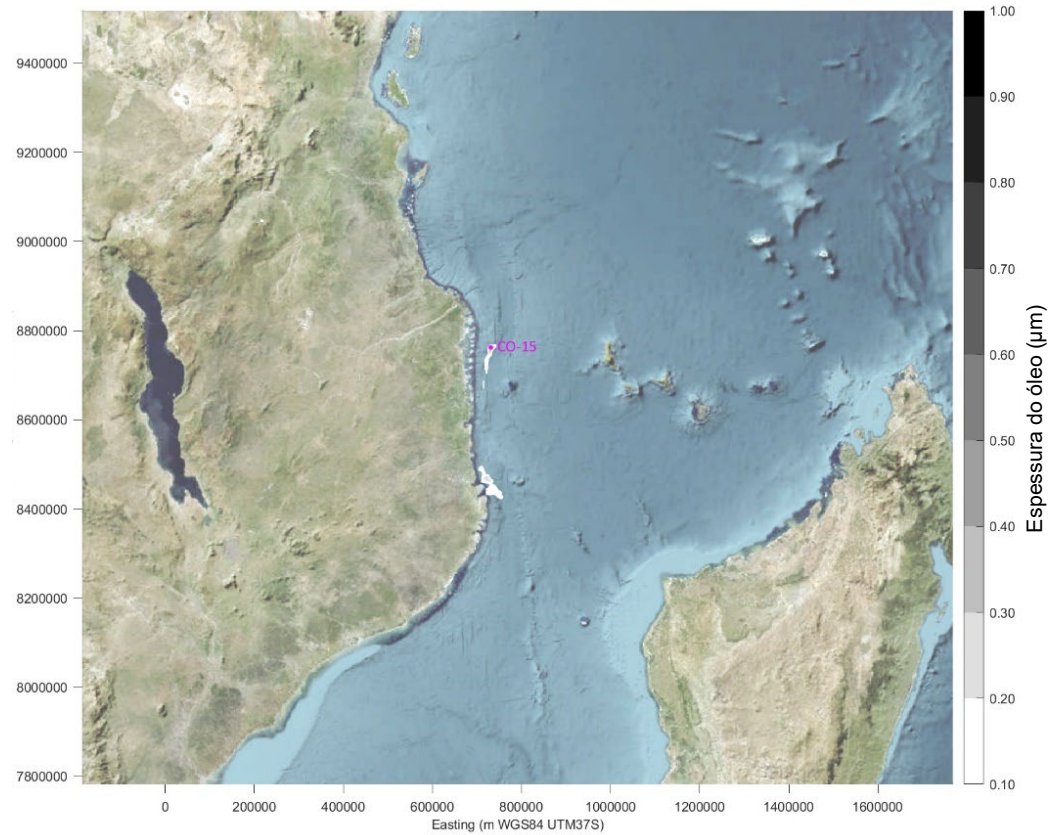
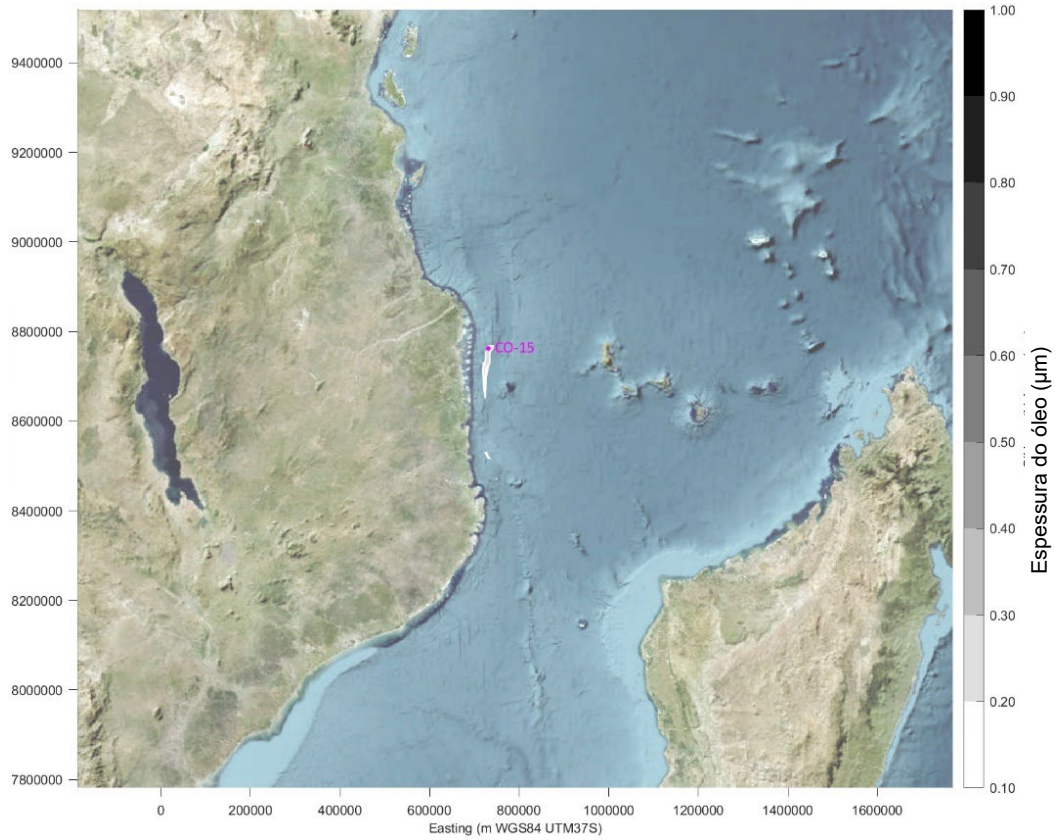


Figura AVII.93: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Outubro após 3 semanas (cima) e 4 semanas (baixo)

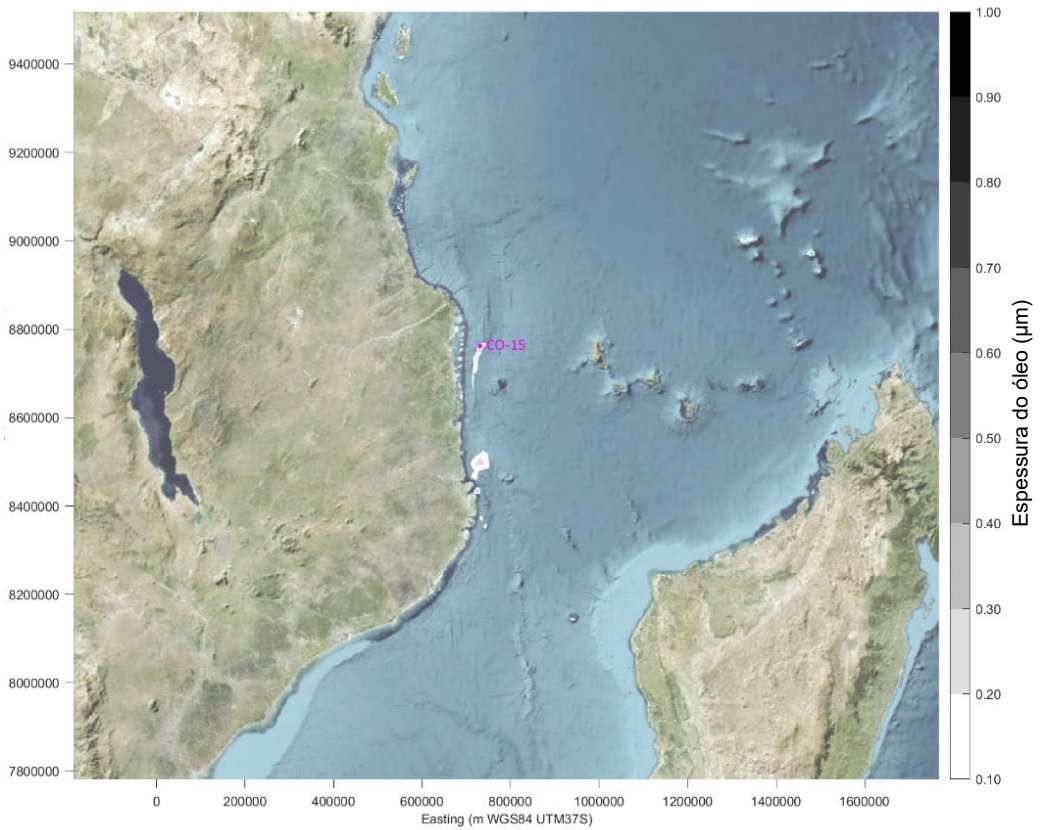
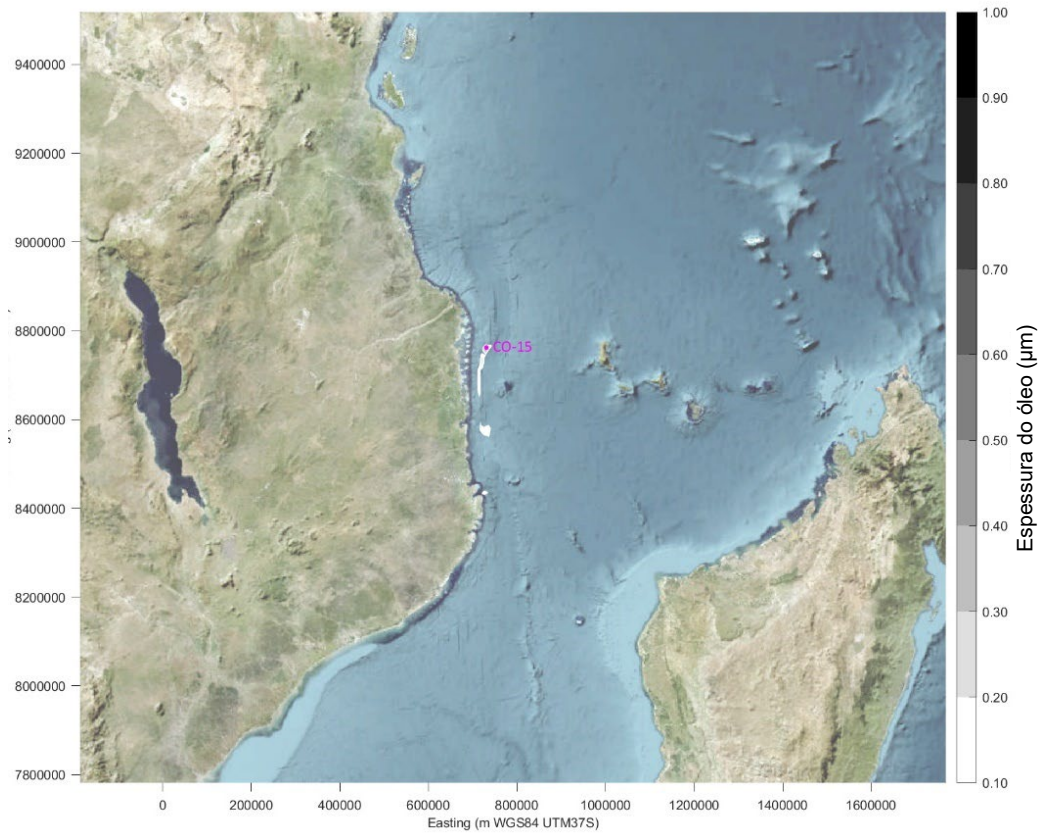


Figura AVII.94: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Outubro após 5 semanas (cima) e 6 semanas (baixo)

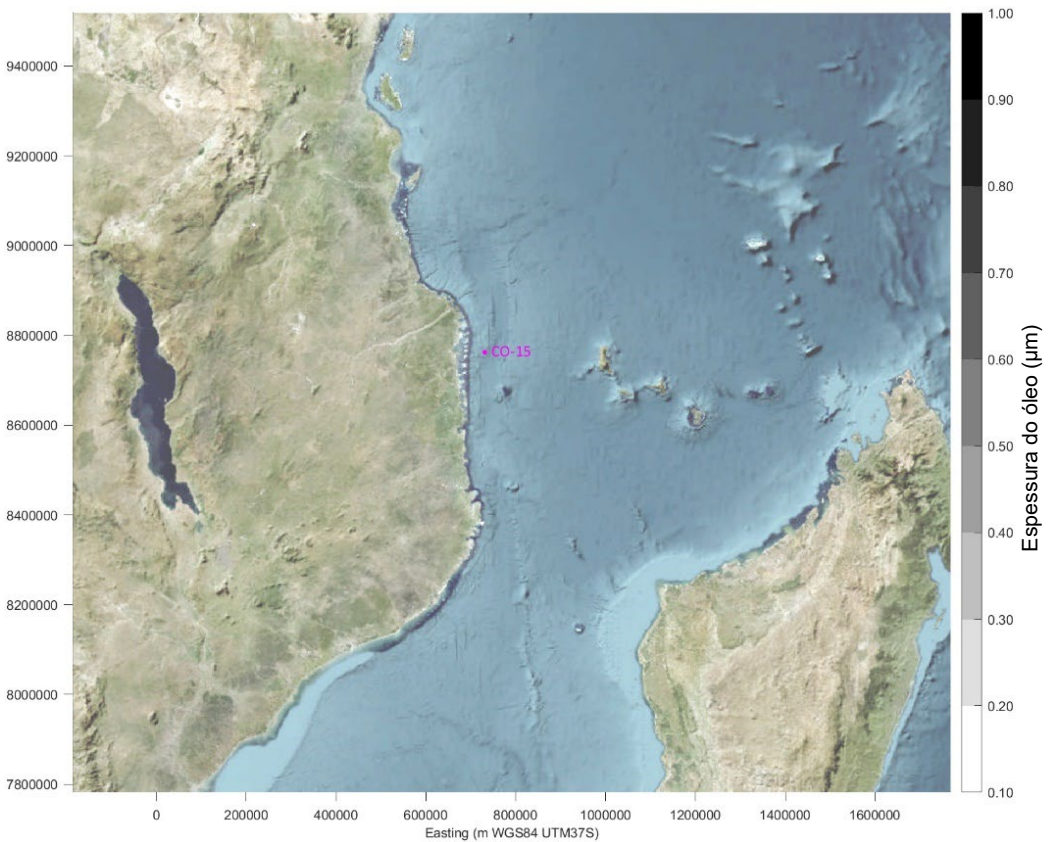
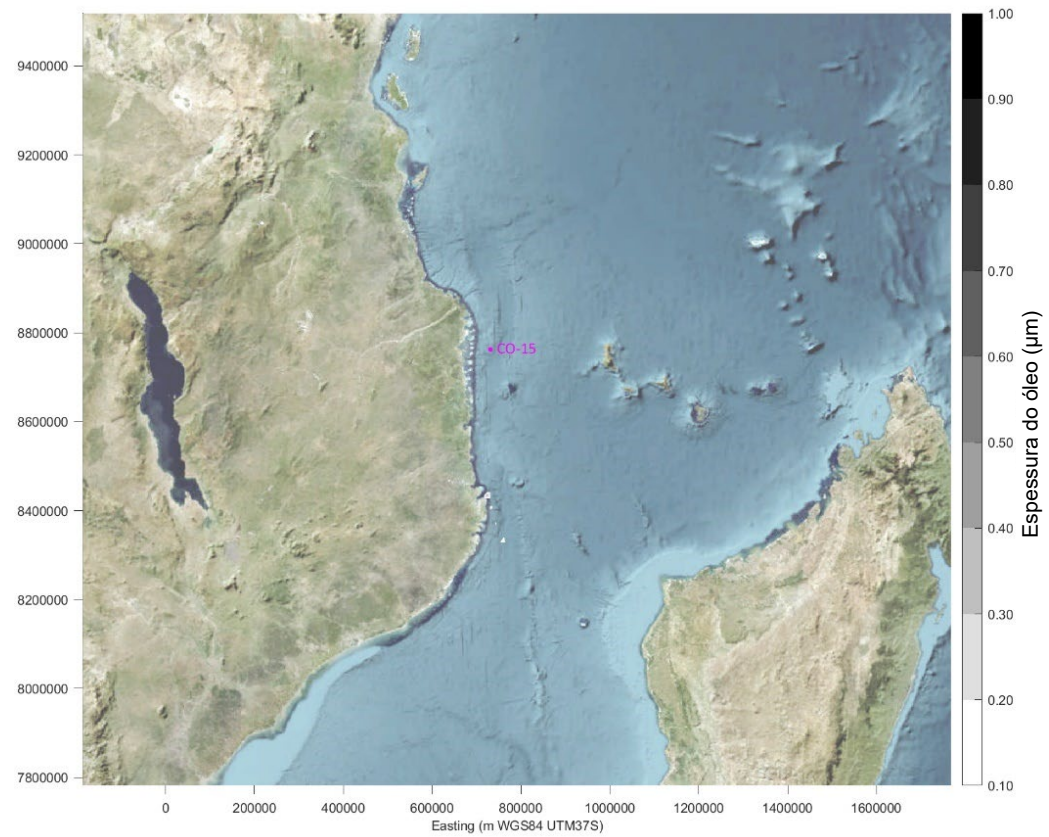


Figura AVII.95: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Outubro após 7 semanas (cima) e 8 semanas (baixo)

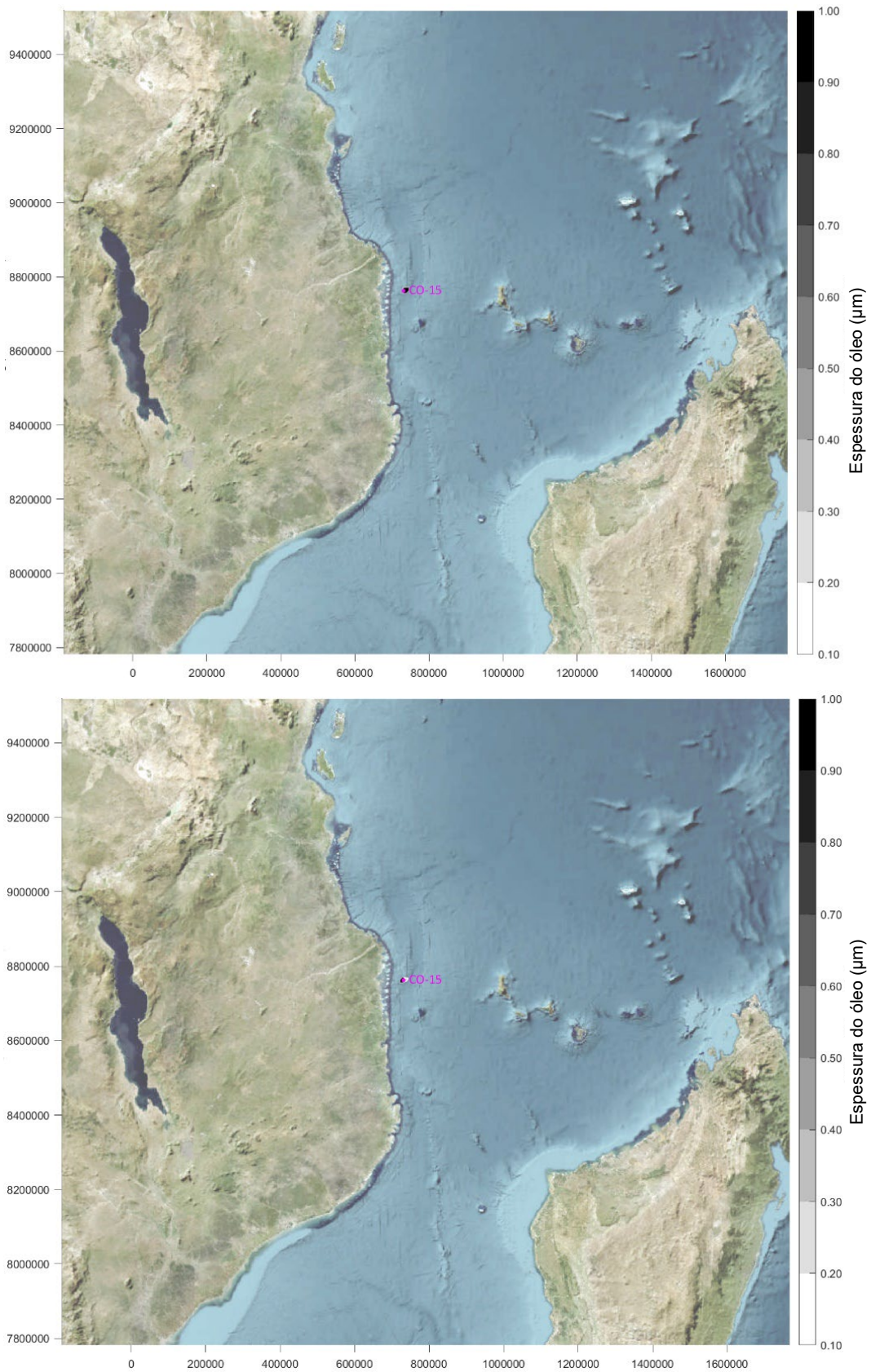


Figura AVII.96: Intemperismo do derrame de LTOBM durante o mês de Outubro após 1 hora (cima) e 6 horas (baixo)

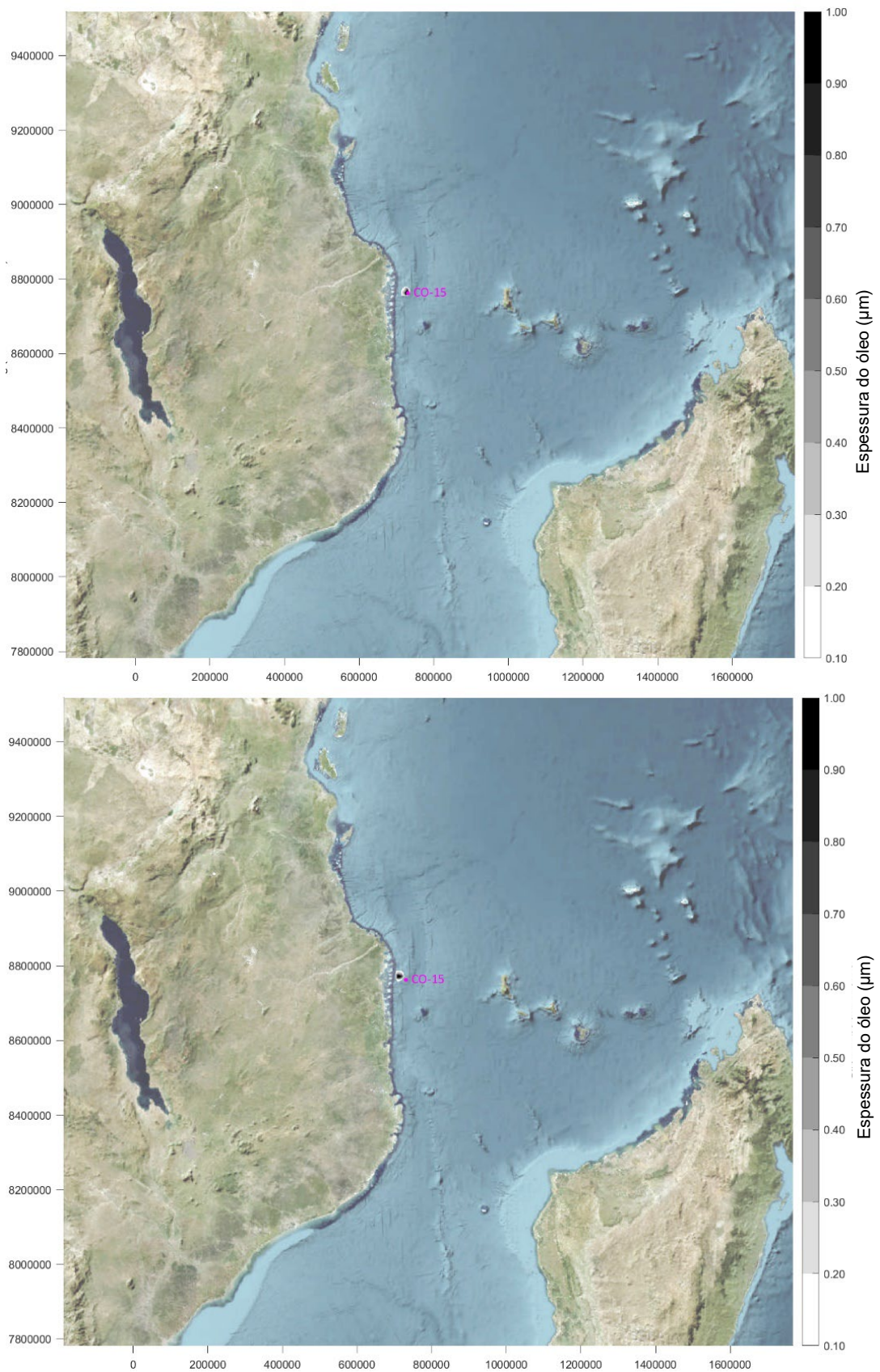


Figura AVII.97: Intemperismo do derrame de LTOBM durante o mês de Outubro após 12 horas (cima) e 24 horas (baixo)

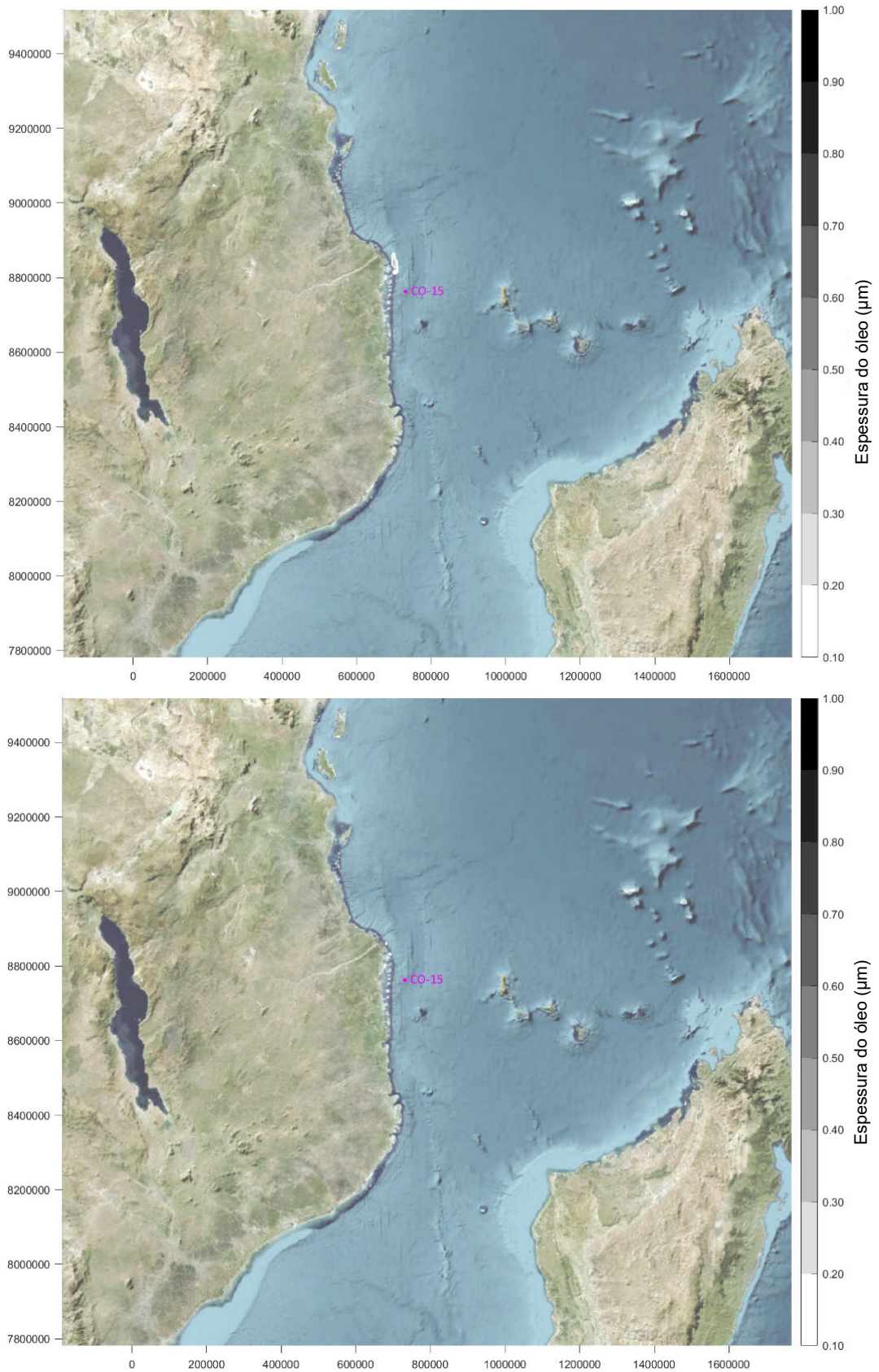


Figura AVII.98: Intemperismo do derrame de LTOBM durante o mês de Outubro após 3 dias (cima) e 7 dias (baixo)

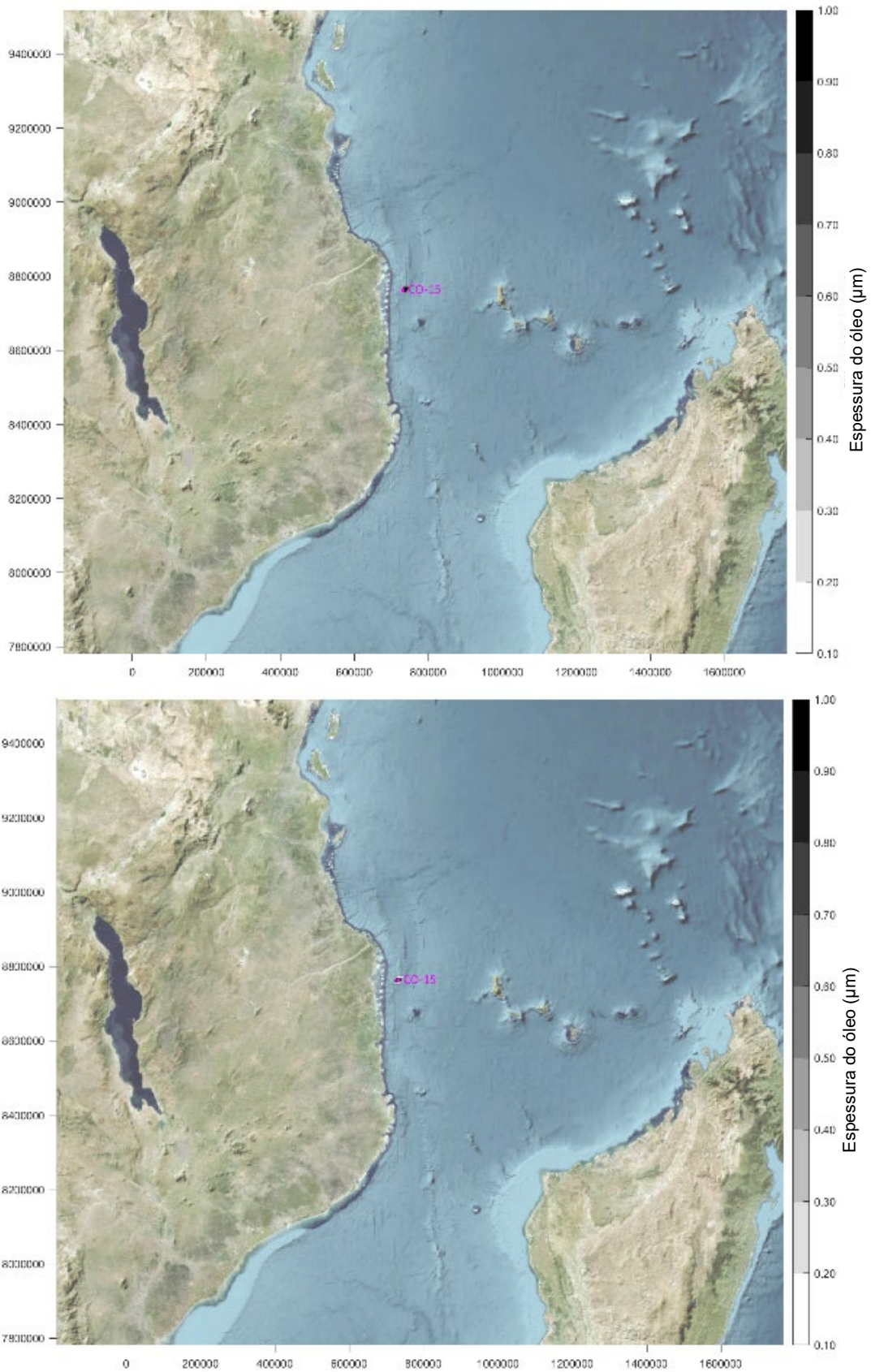


Figura AVII.99: Intemperismo do derrame de diesel durante o mês de Março após 1 hora (cima) e 6 horas (baixo)

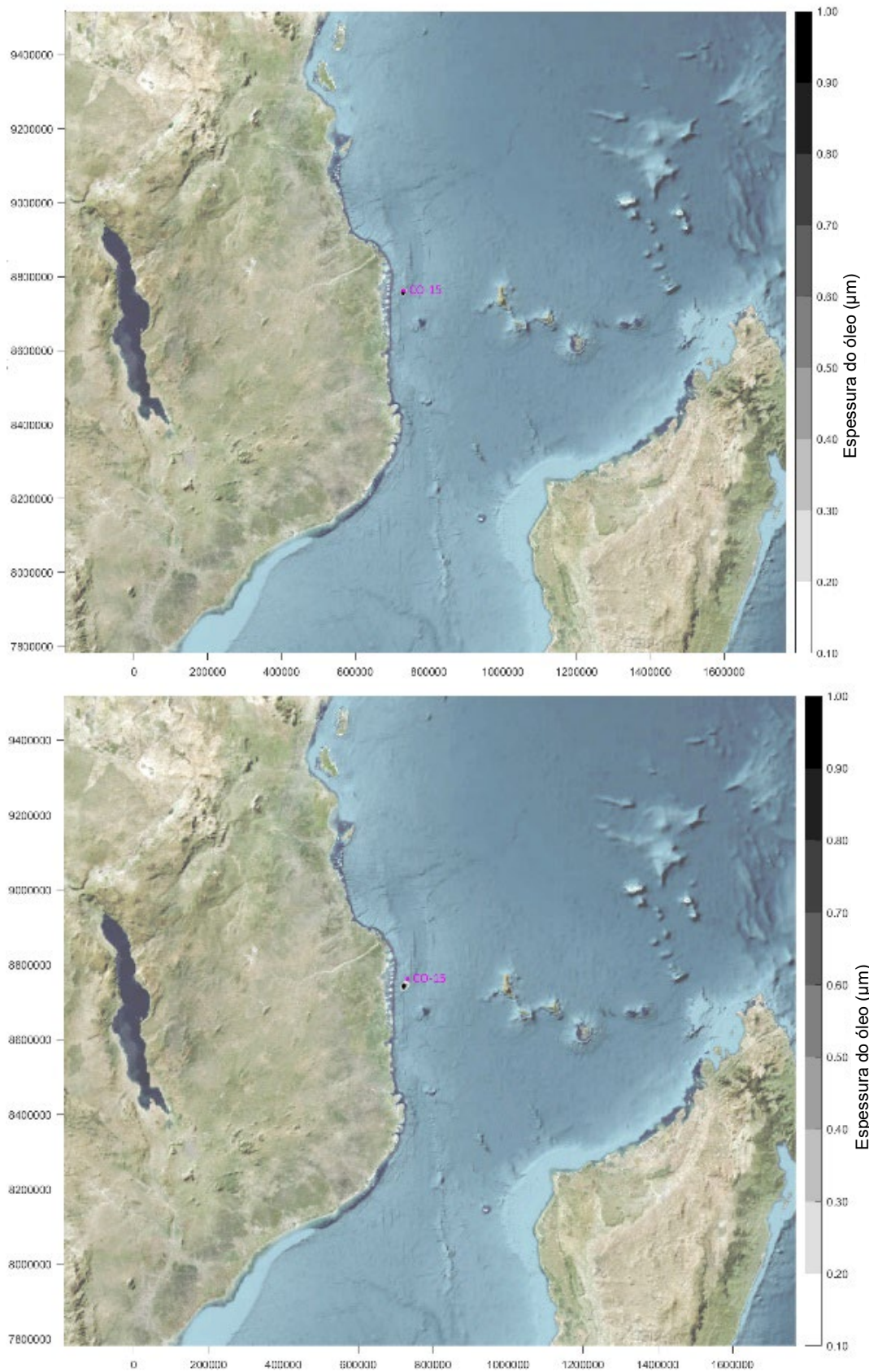


Figura AVII.100: Intemperismo do derrame de diesel durante o mês de Março após 12 horas (cima) e 24 horas (baixo)

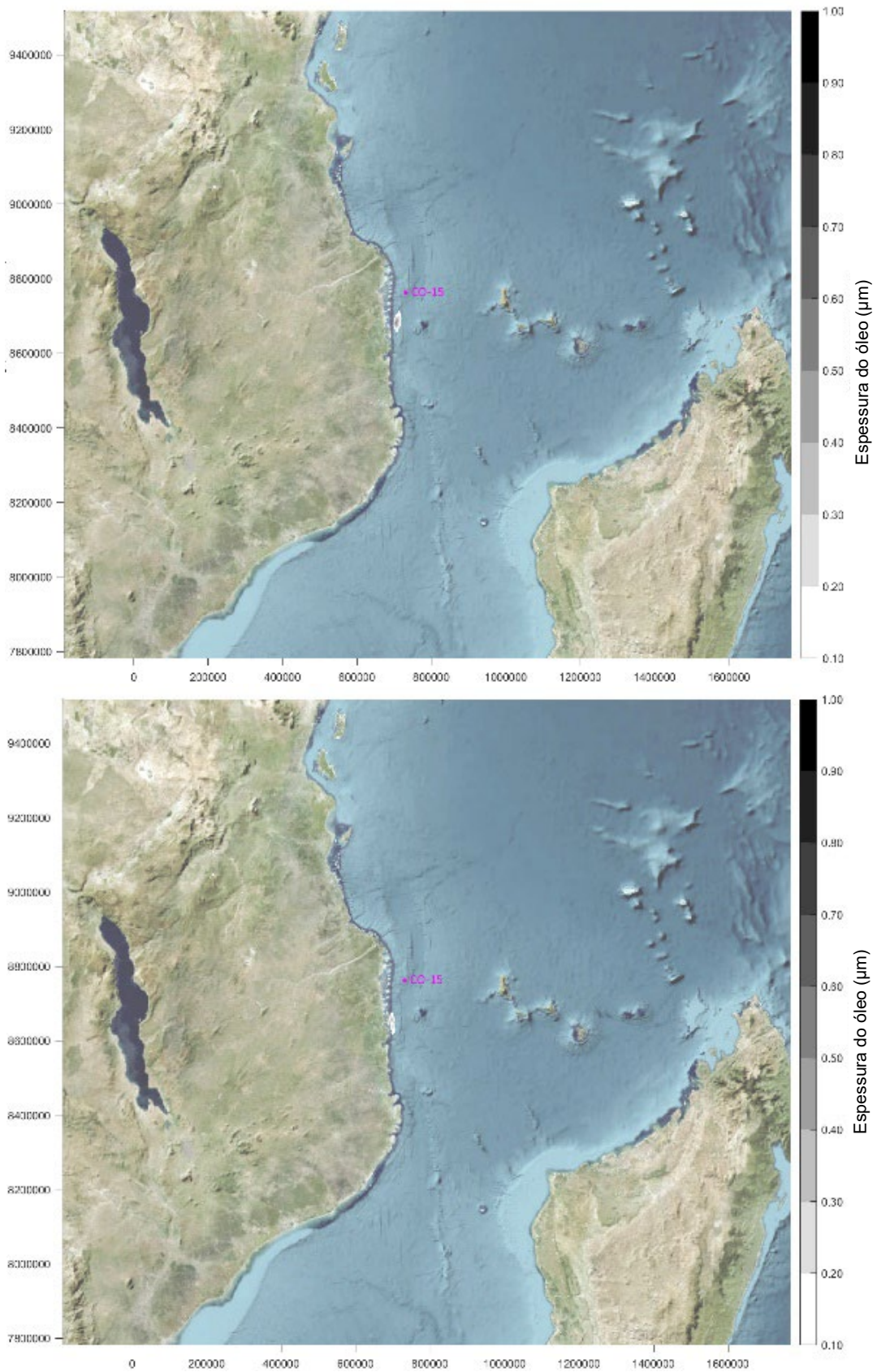


Figura AVII.101: Intemperismo do derrame de diesel durante o mês de Março após 3 dias (cima) e 7 dias (baixo)

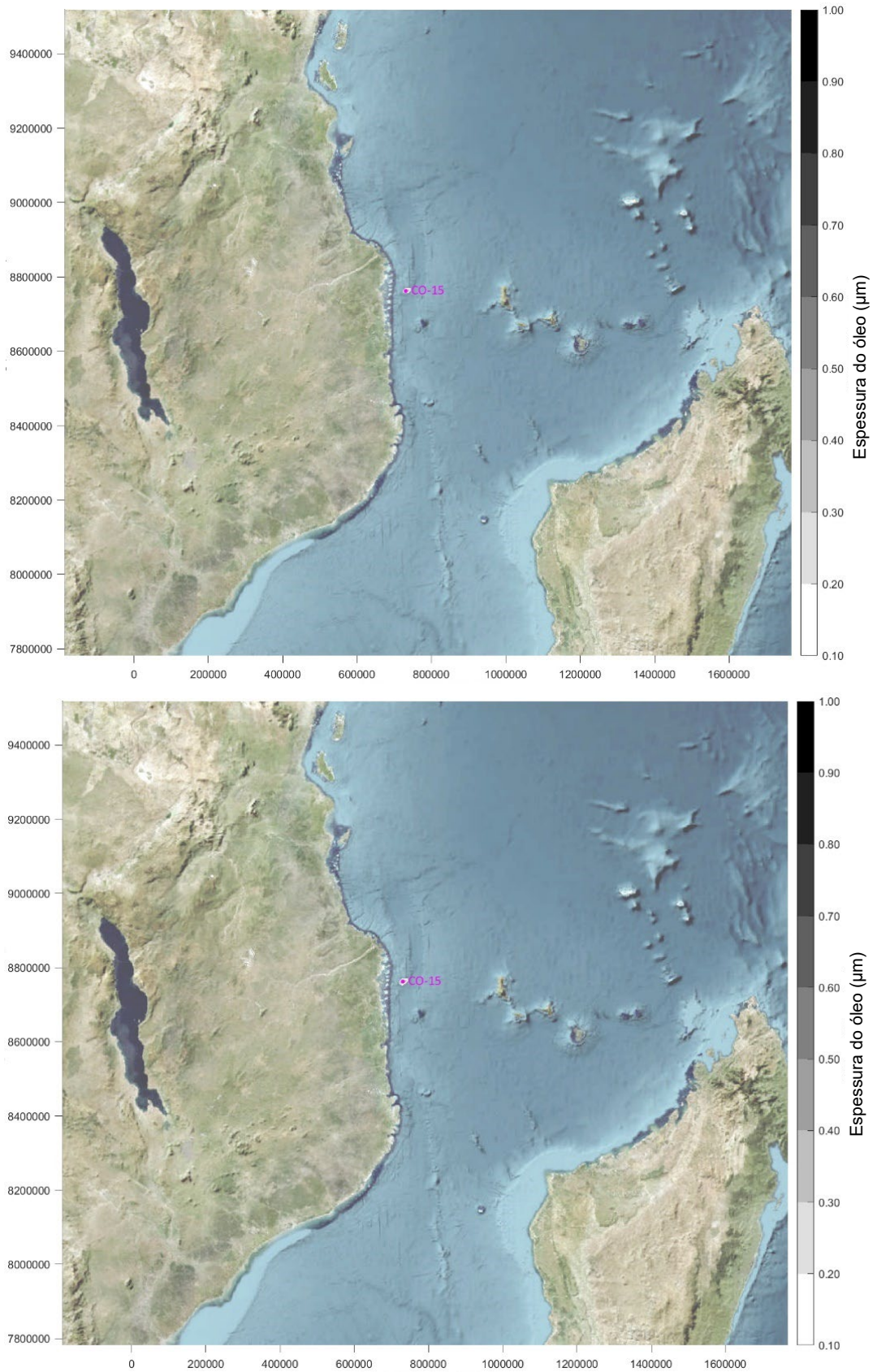


Figura AVII.102: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Março após 6 horas (cima) e 12 horas (baixo)

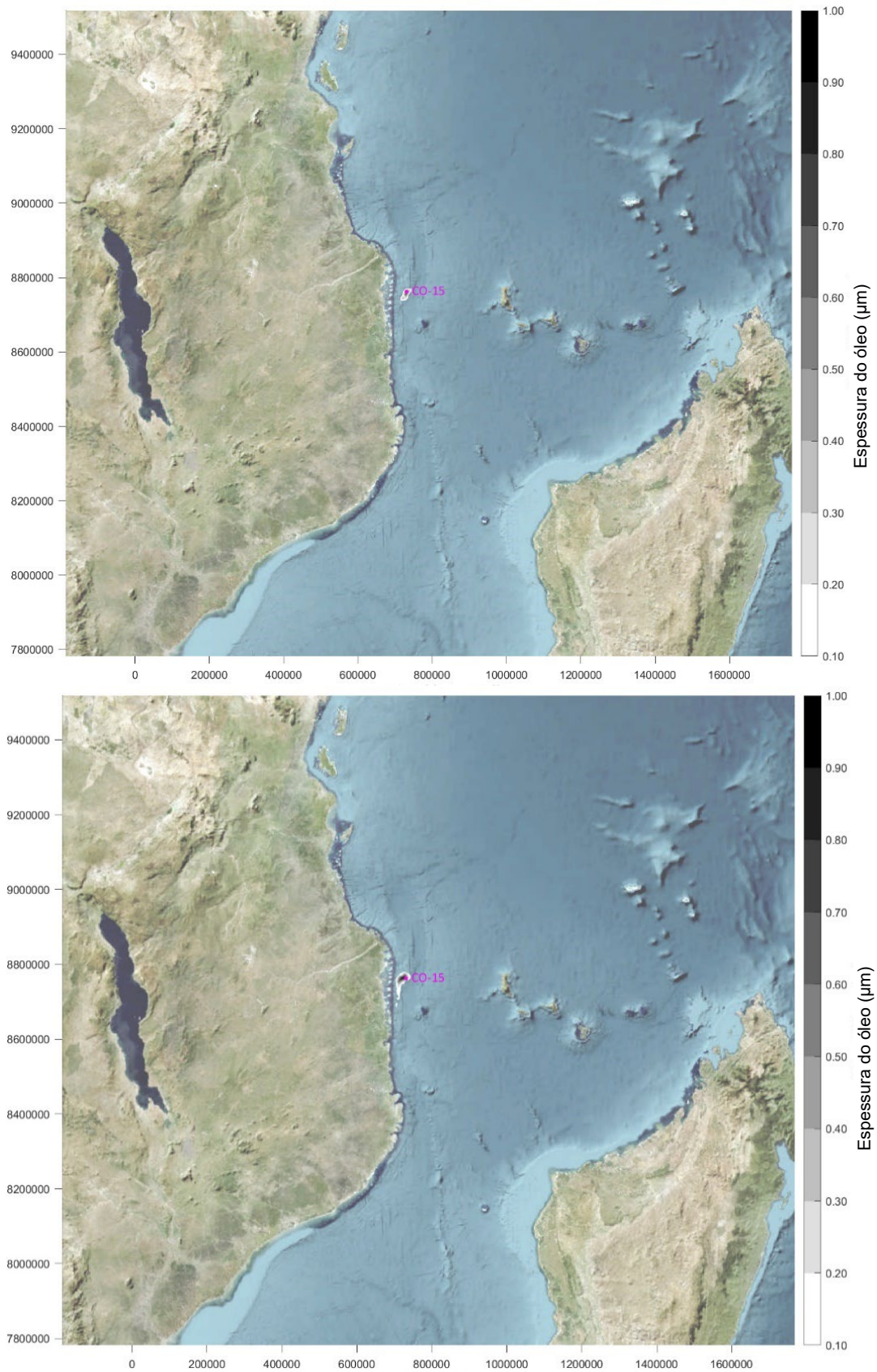


Figura AVII.103: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Março após 24 horas (cima) e 3 dias (baixo)

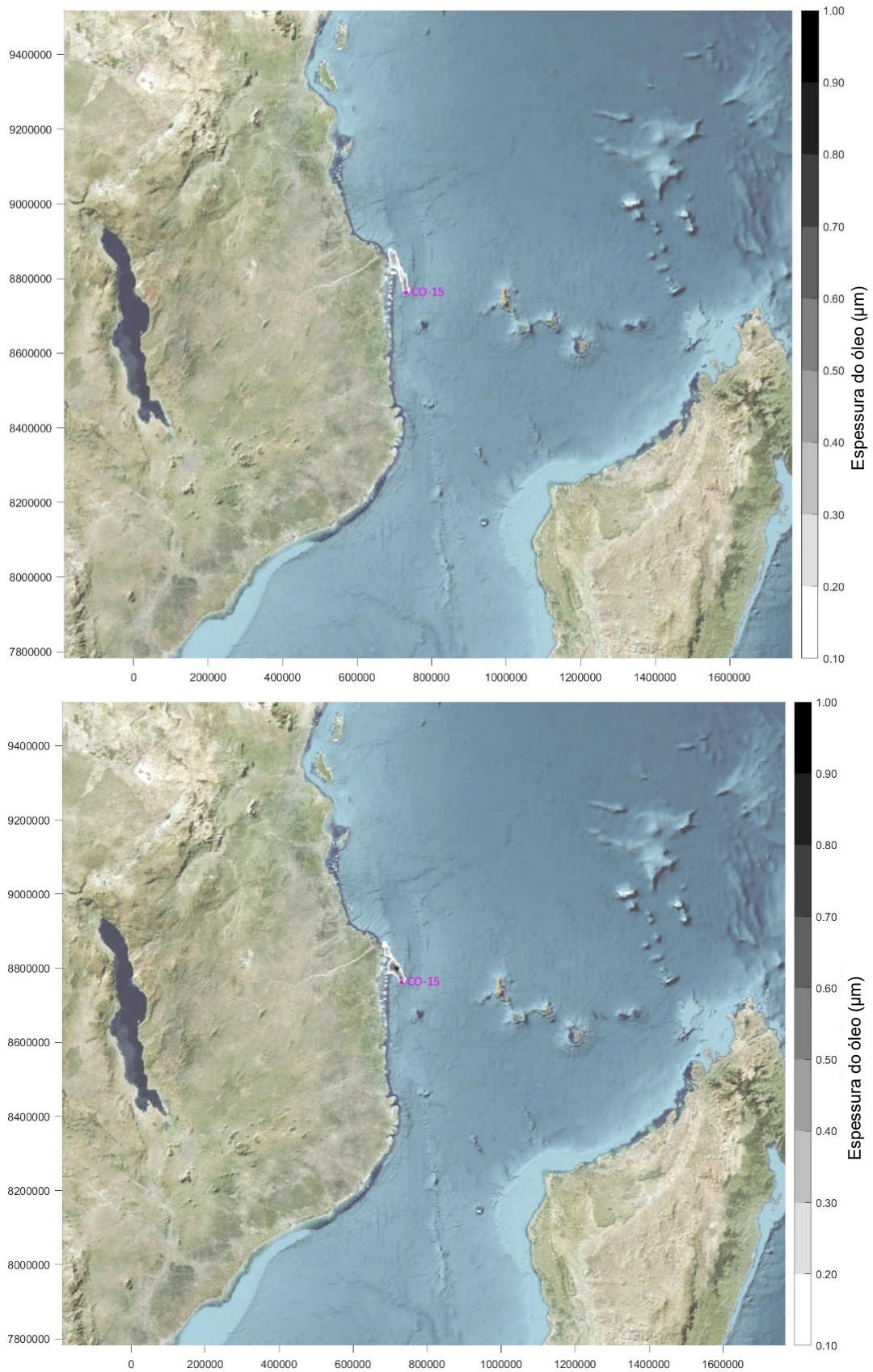


Figura AVII.104: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Março após 7 dias (cima) e 2 semanas (baixo)

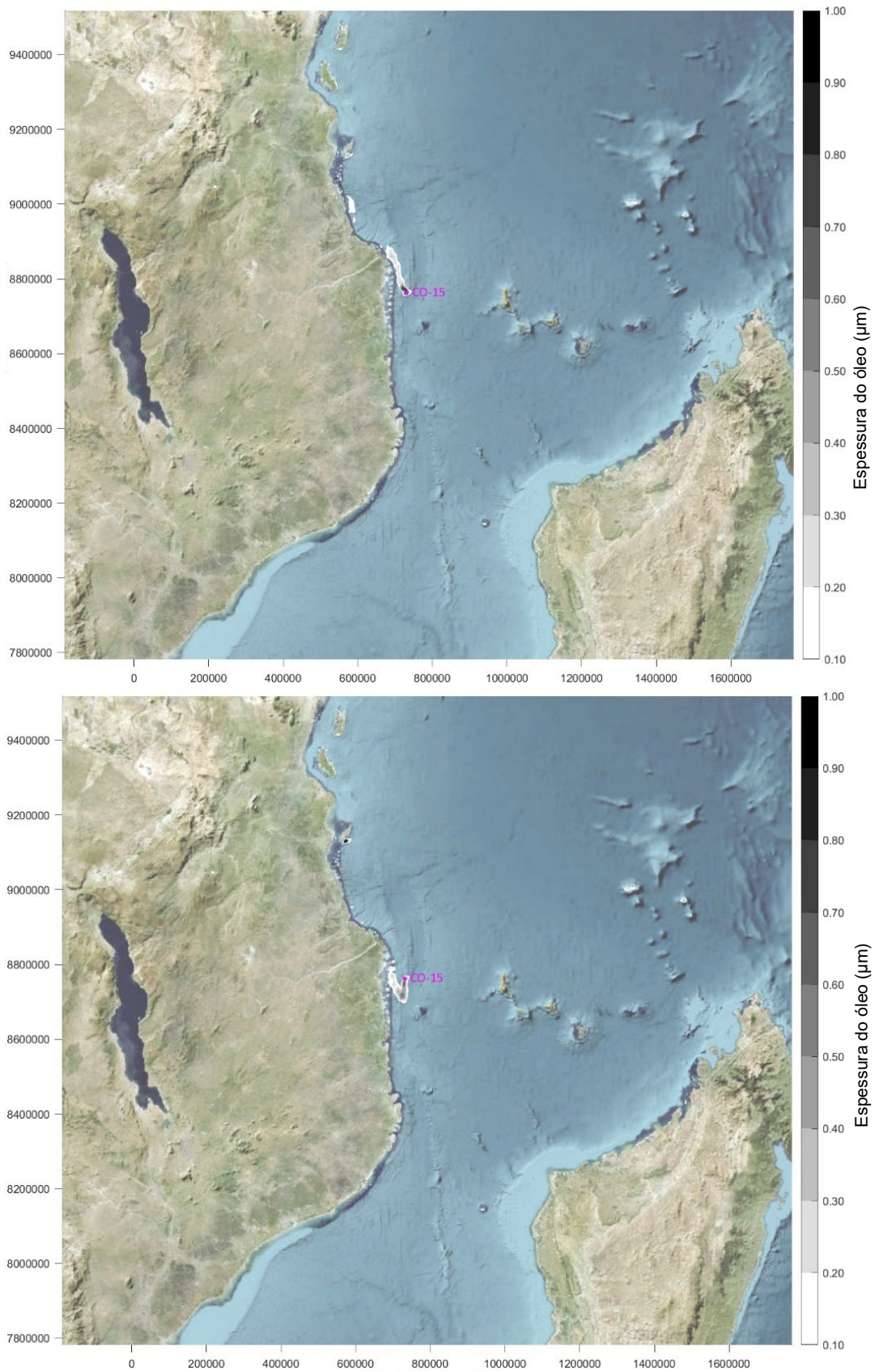


Figura AVII.105: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Março após 3 semanas (cima) e 4 semanas (baixo)

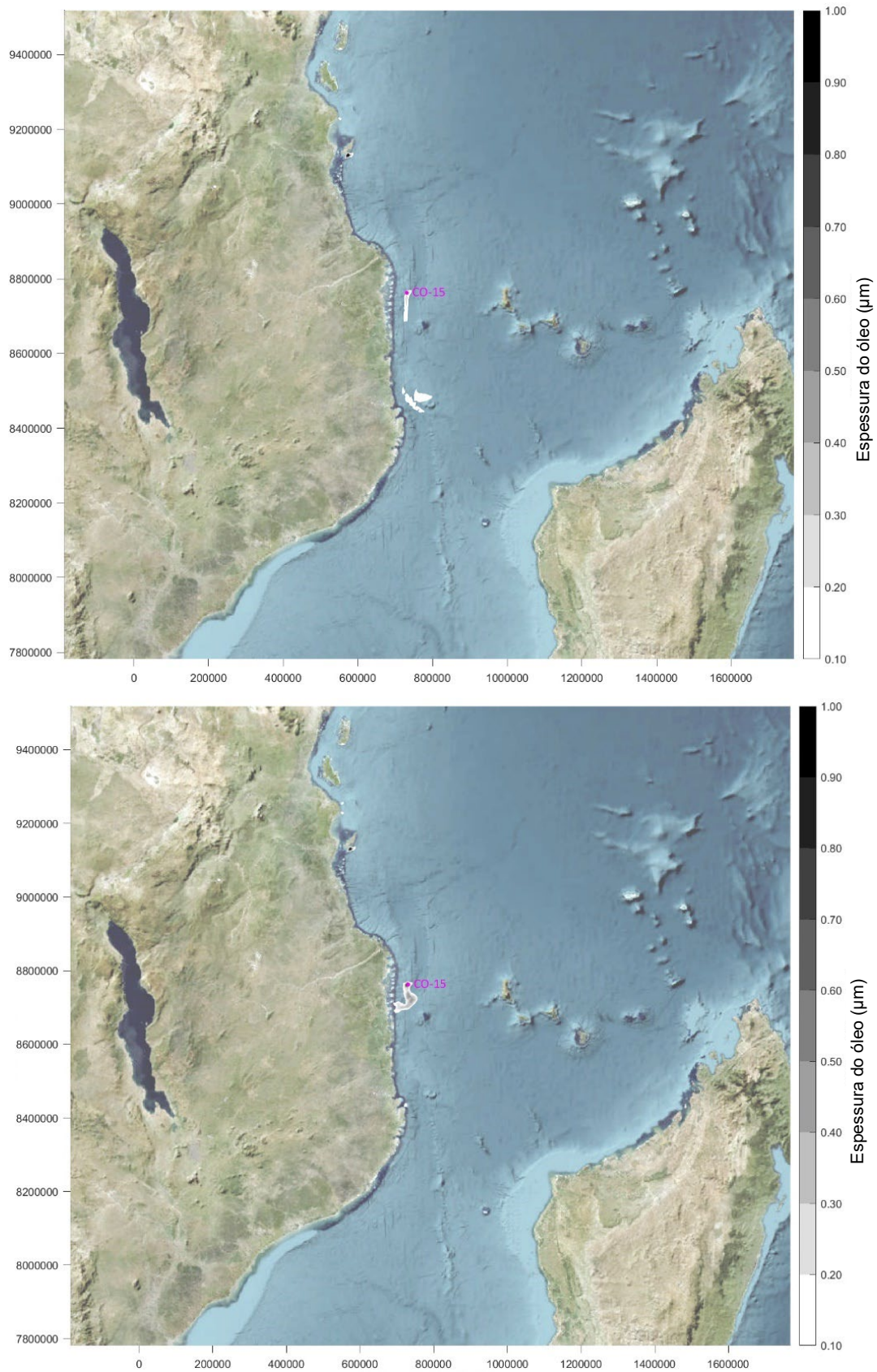


Figura AVII.106: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Março após 5 semanas (cima) e 6 semanas (baixo)

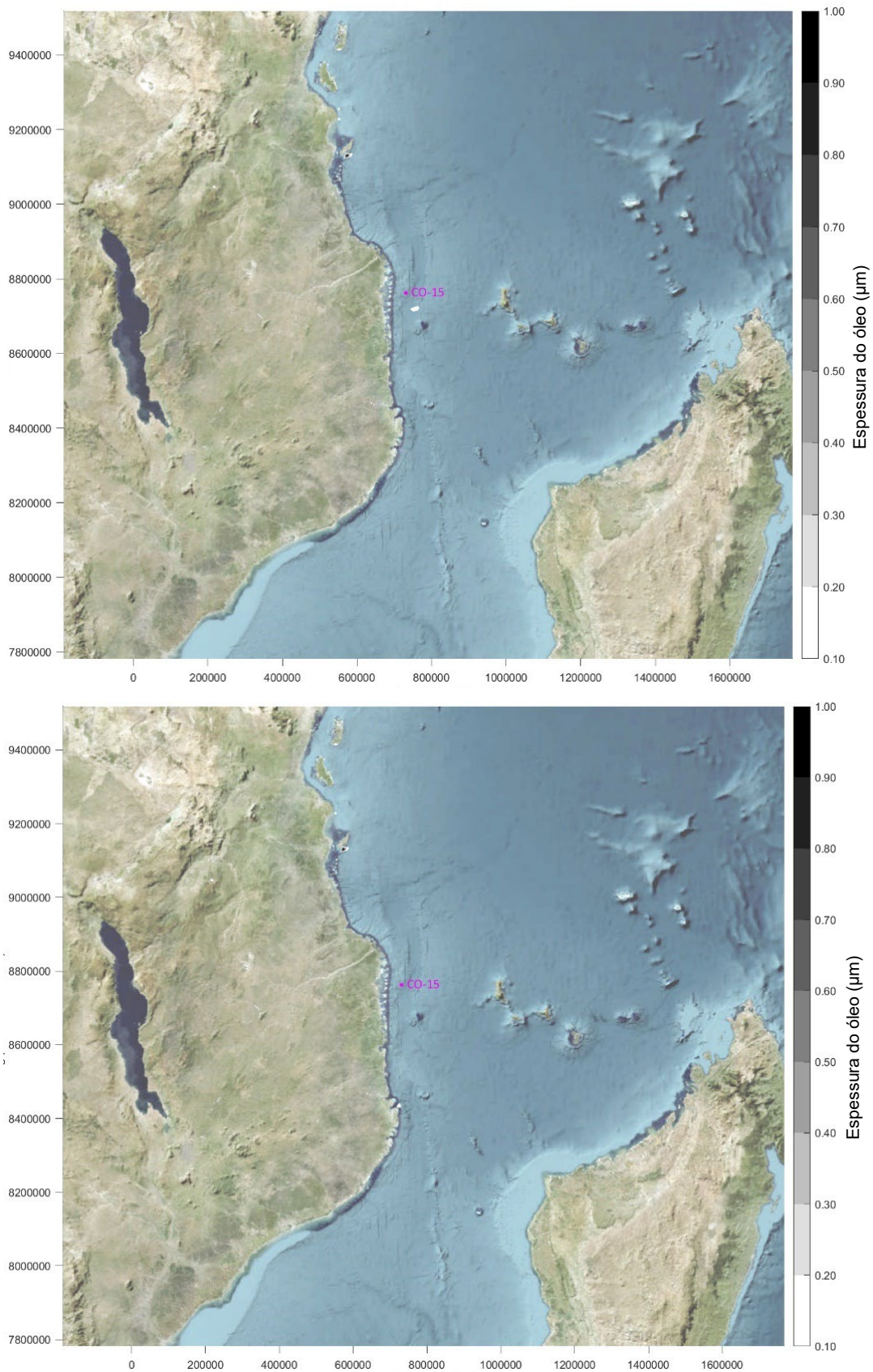


Figura AVII.107: Intemperismo do derrame de condensado durante o mês de Março após 7 semanas (cima) e 8 semanas (baixo)

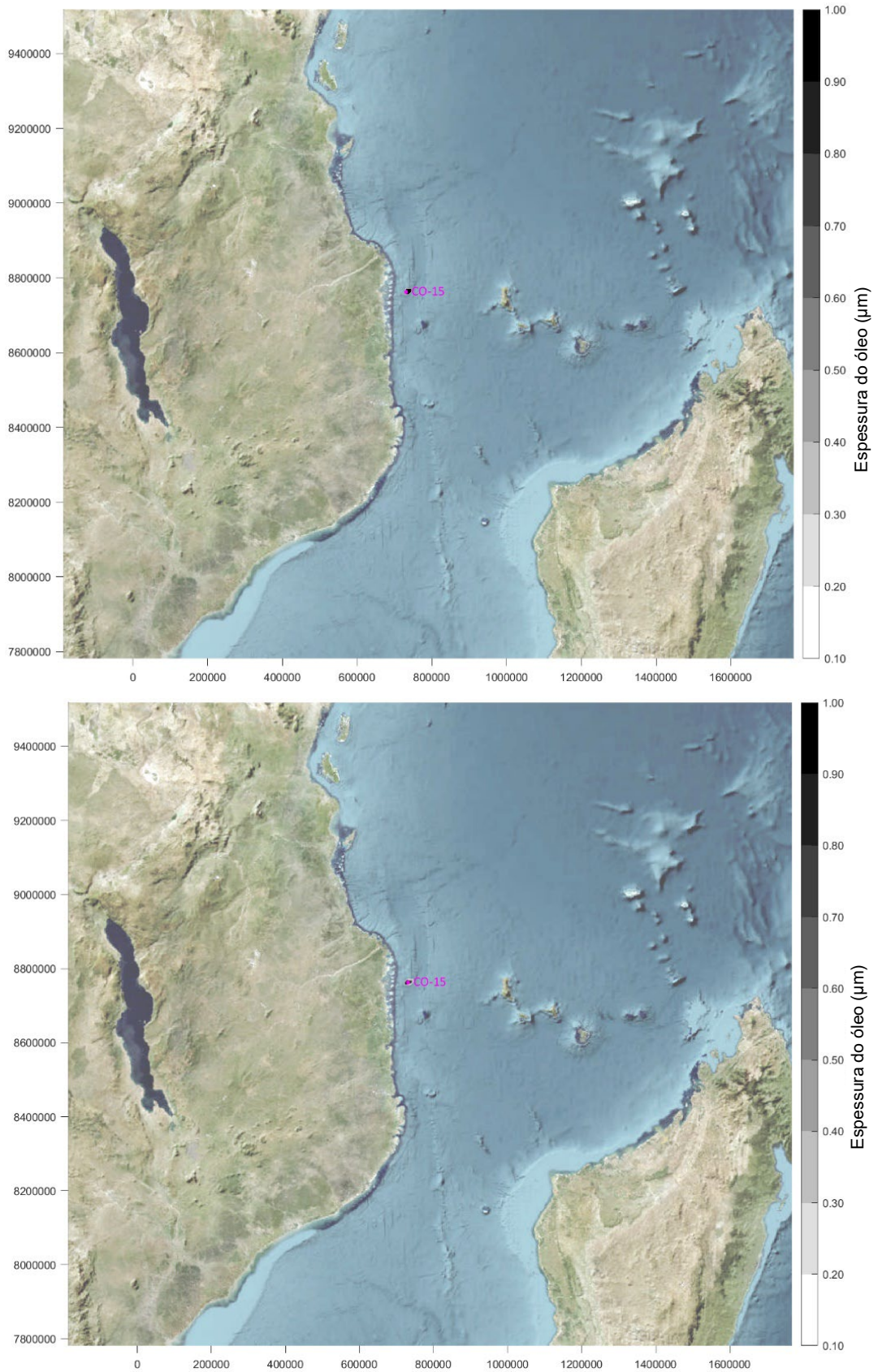


Figura AVII.108: Intemperismo do derrame de LTOBM durante o mês de Março após 1 hora (cima) e 6 horas (baixo)

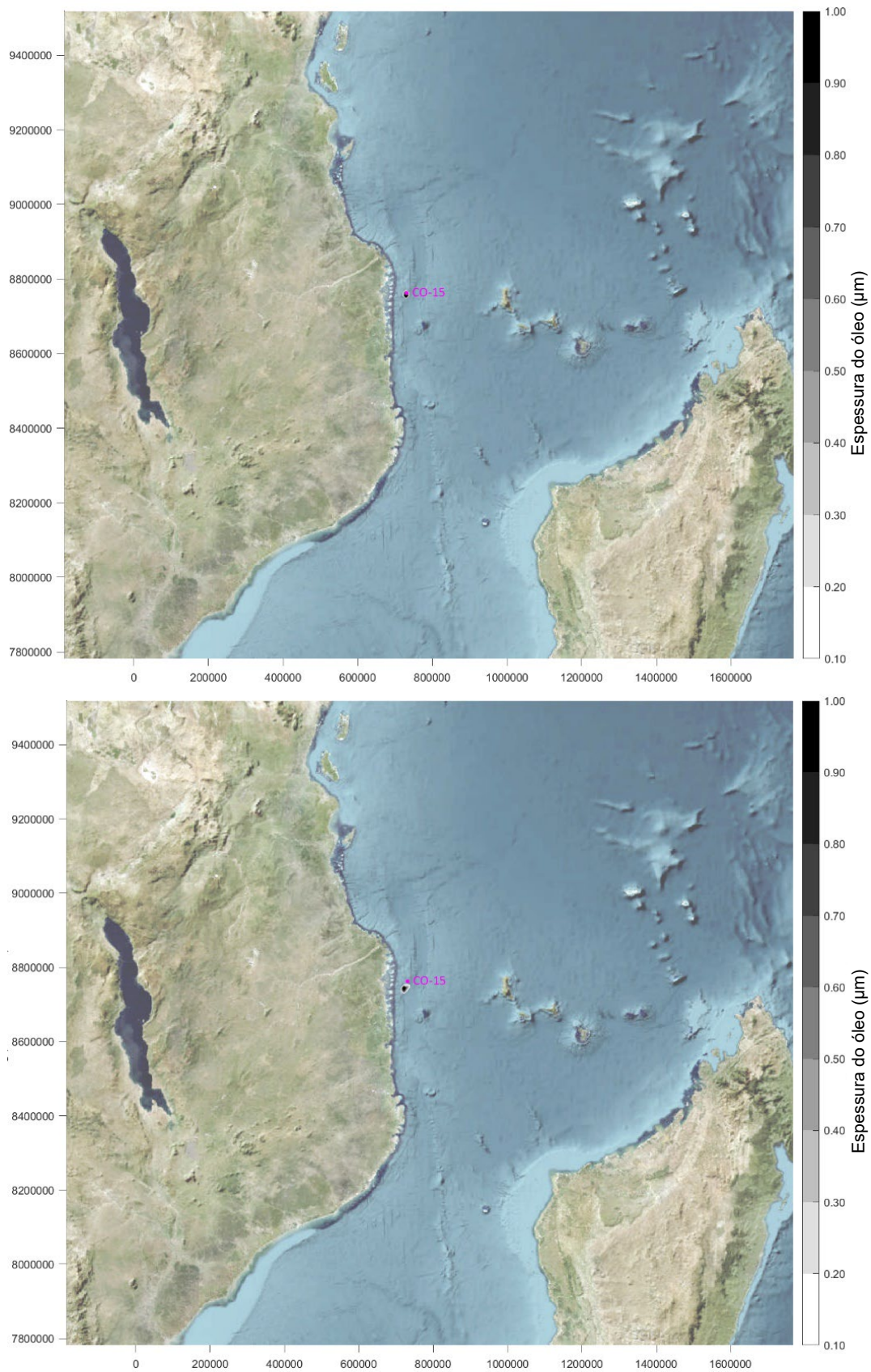


Figura AVII.109: Intemperismo do derrame de LTOBM durante o mês de Março após 12 horas (cima) e 24 horas (baixo)

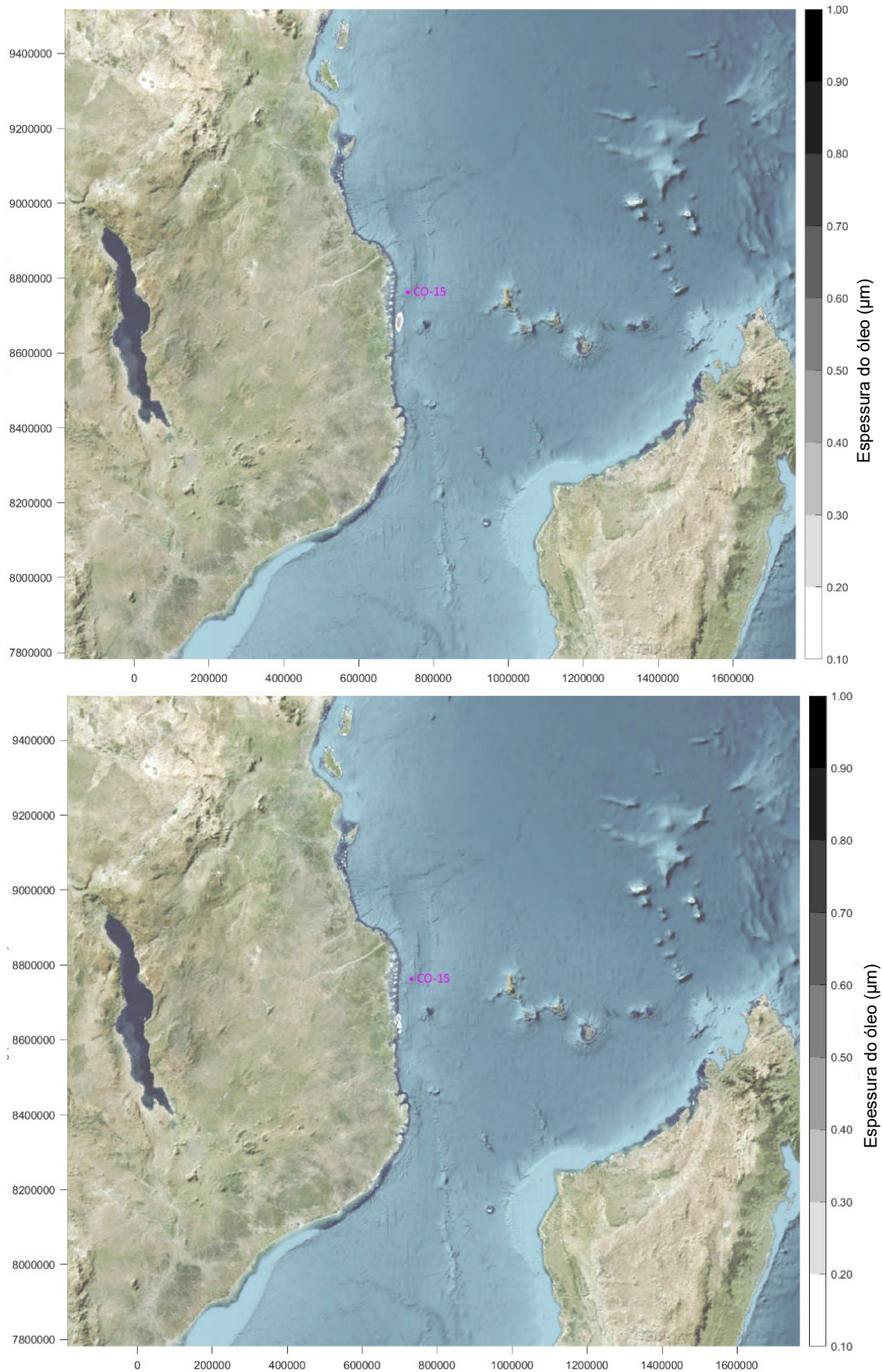


Figura AVII.110: Intemperismo do derrame de LTOBM durante o mês de Março após 3 dias (cima) e 7 dias (baixo)

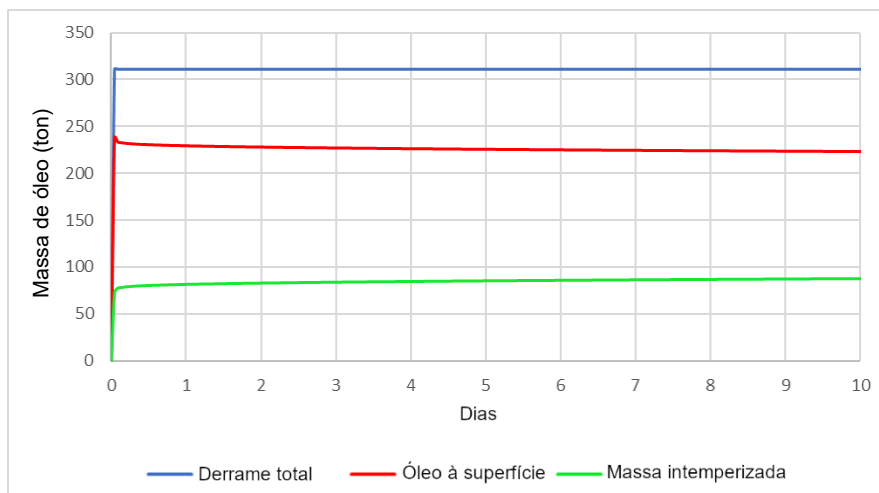


Figura AVII.111: Balanço de massa para o derrame de diesel durante o mês de Outubro, com base na área de superfície afectada



Figura AVII.112: Balanço de massa para o derrame de condensado durante o mês de Outubro, com base na área de superfície afectada

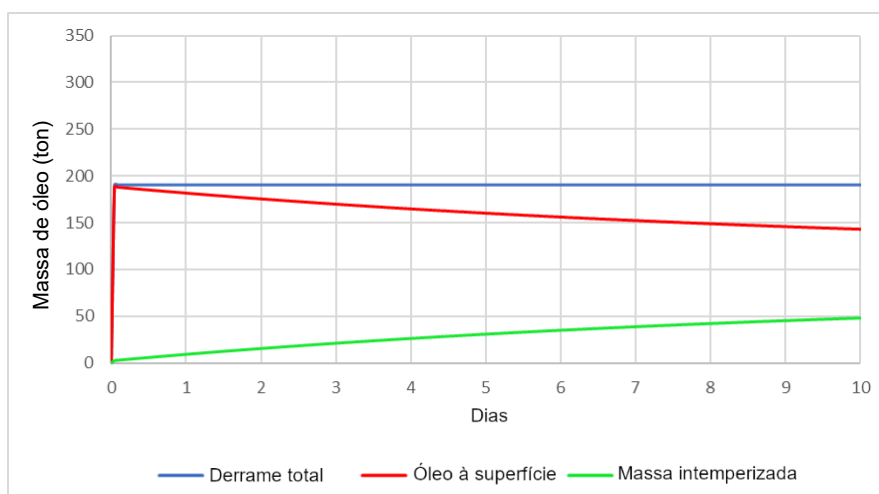


Figura AVII.113: Balanço de massa para o derrame de LTOBM durante o mês de Outubro, com base na área de superfície afectada

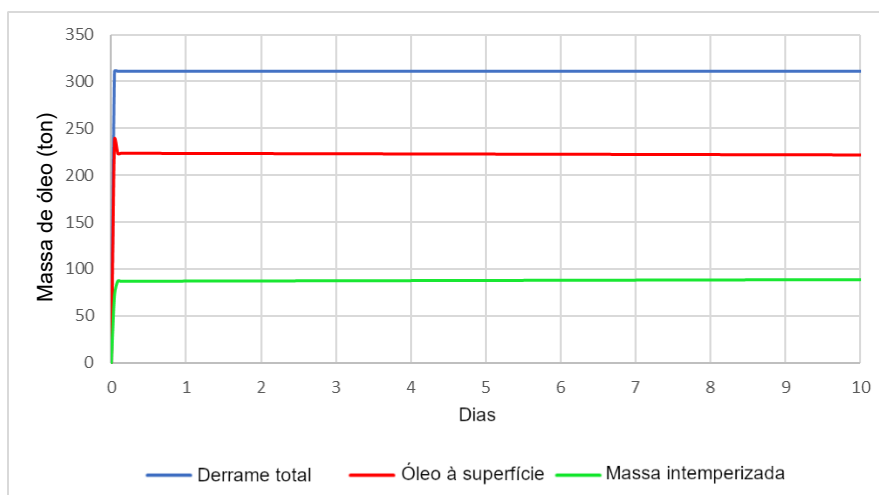


Figura AVII.114: Balanço de massa para o derrame de diesel durante o mês de Maio, com base na área de superfície afectada

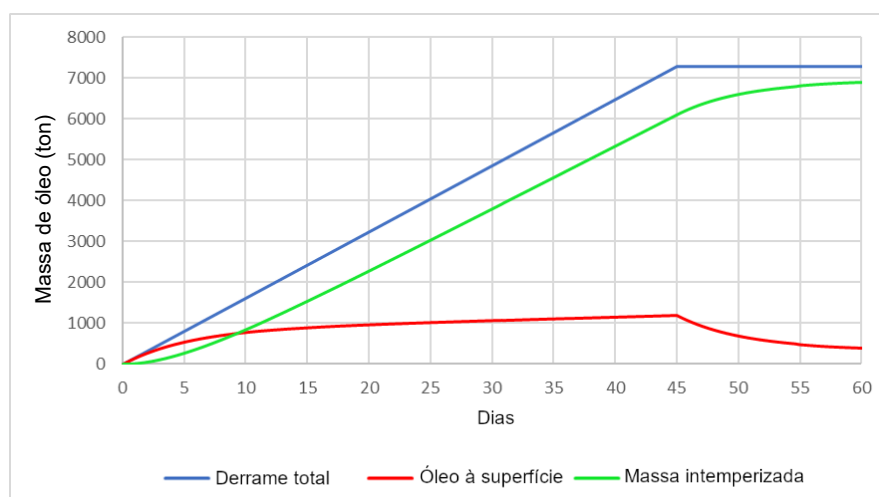


Figura AVII.115: Balanço de massa para o derrame de condensado durante o mês de Maio, com base na área de superfície afectada

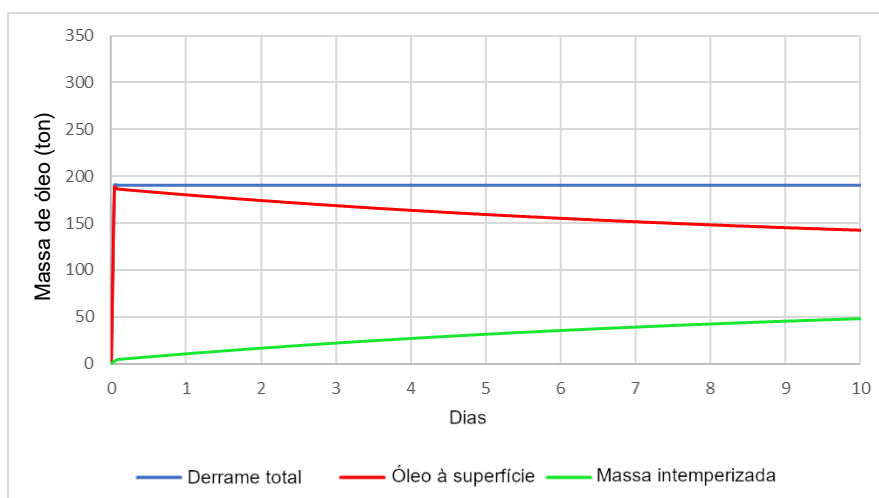


Figura AVII.116: Balanço de massa para o derrame de LTOBM durante o mês de Maio, com base na área de superfície afectada

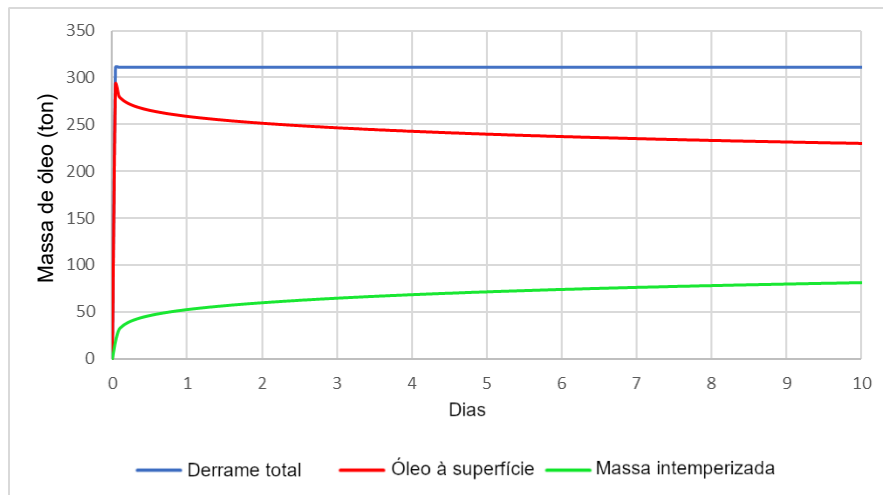


Figura AVII.117: Balanço de massa para o derrame de diesel durante o mês de Março, com base na área de superfície afectada

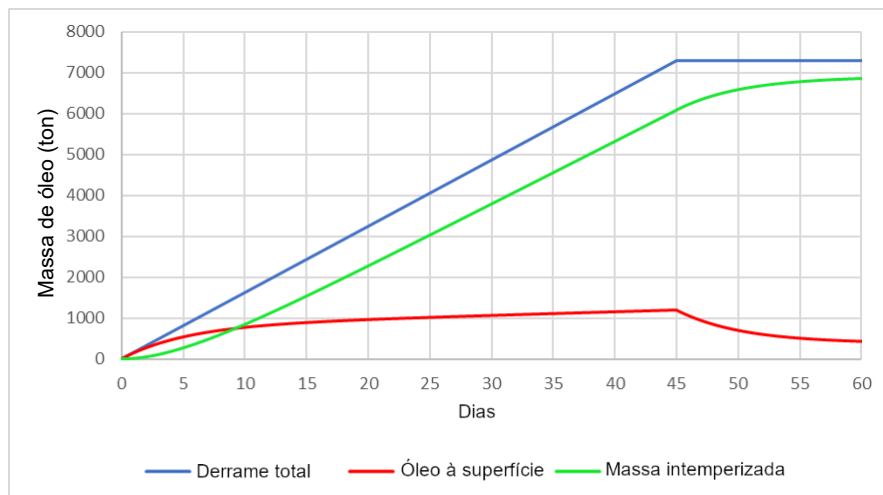


Figura AVII.118: Balanço de massa para o derrame de condensados durante o mês de Março, com base na área de superfície afectada

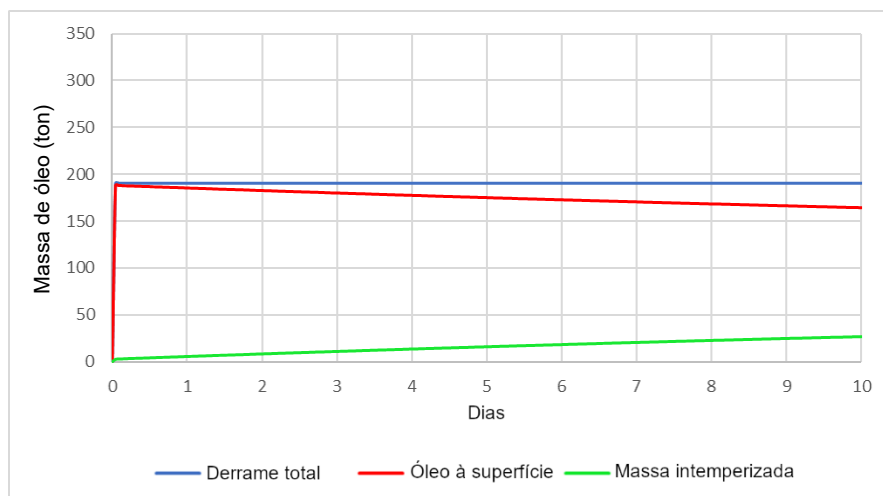


Figura AVII.119: Balanço de massa para o derrame de LTOBM durante o mês de Março, com base na área de superfície afectada

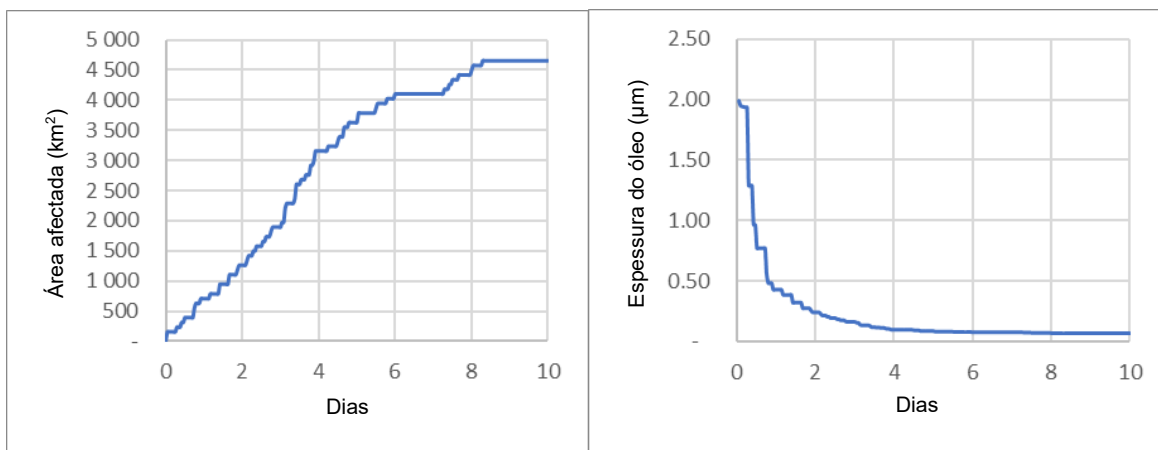


Figura AVII.120: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame de gasóleo durante o mês de Outubro

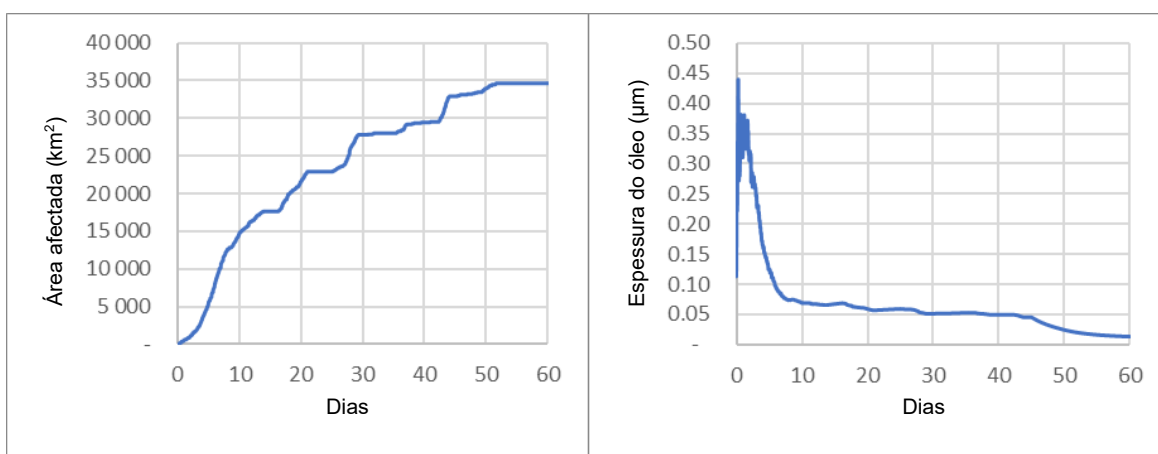


Figura AVII.121: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame de condensado durante o mês de Outubro

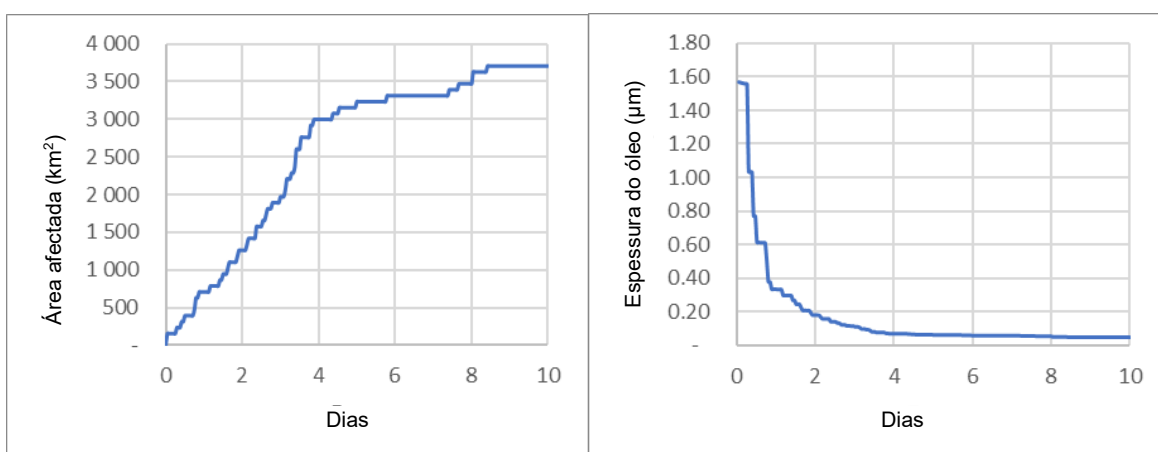


Figura AVII.122: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame de LTOBM durante o mês de Outubro

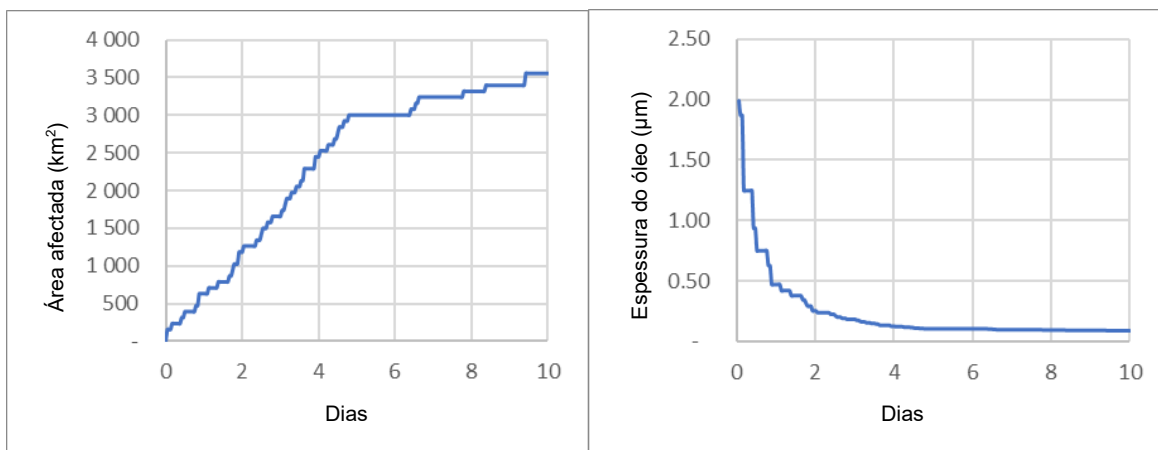


Figura AVII.123: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame de gasóleo durante o mês de Maio

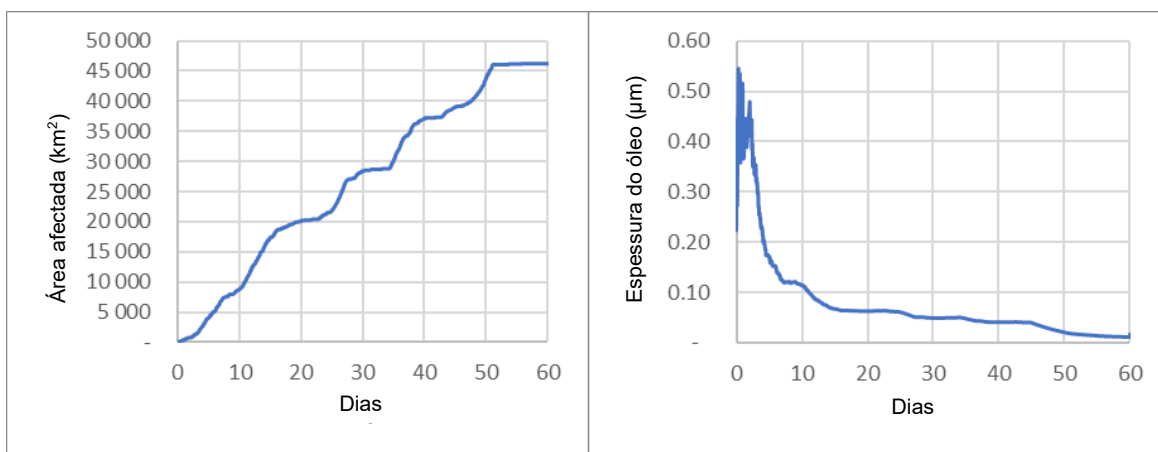


Figura AVII.124: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame de condensado durante o mês de Maio

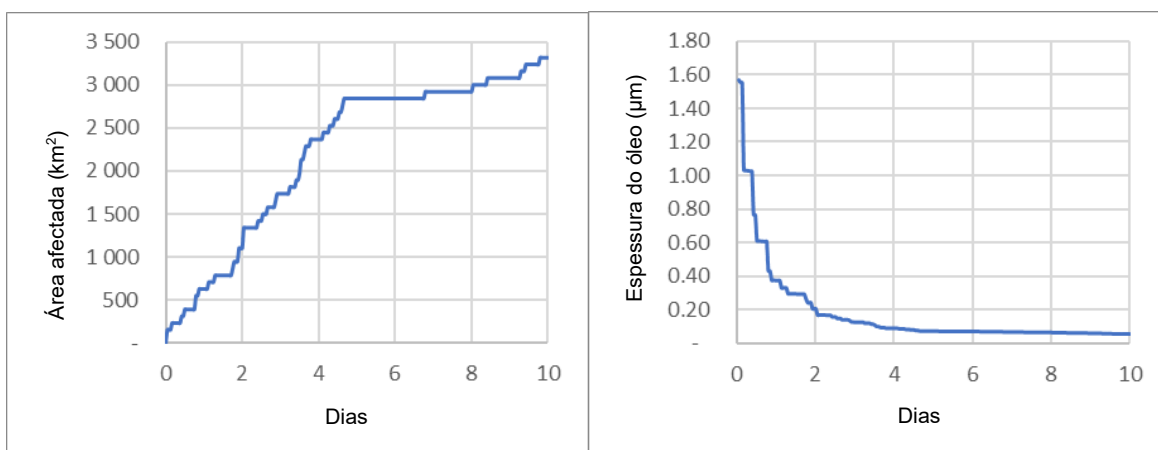


Figura AVII.125: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame de LTOBM durante o mês de Maio

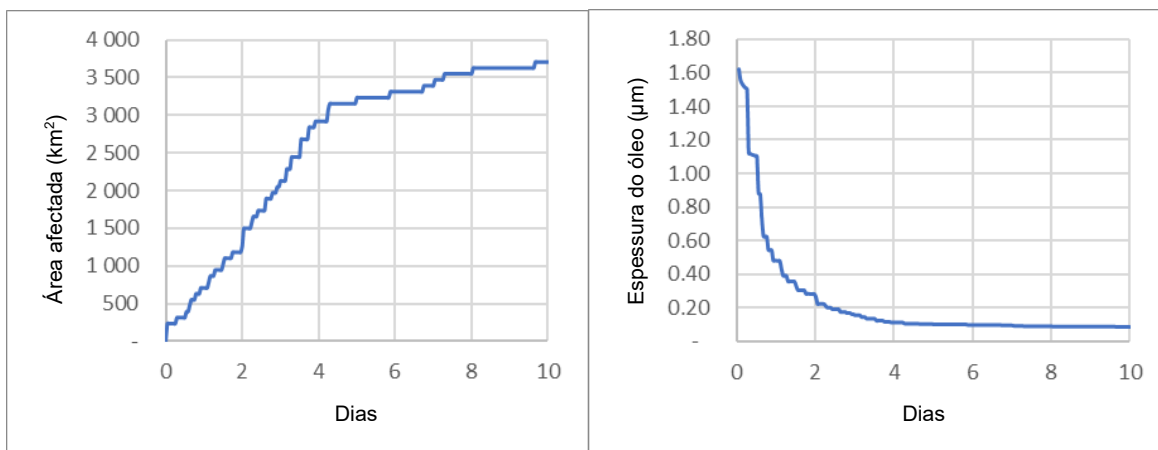


Figura AVII.126: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame de gasóleo durante o mês de Março

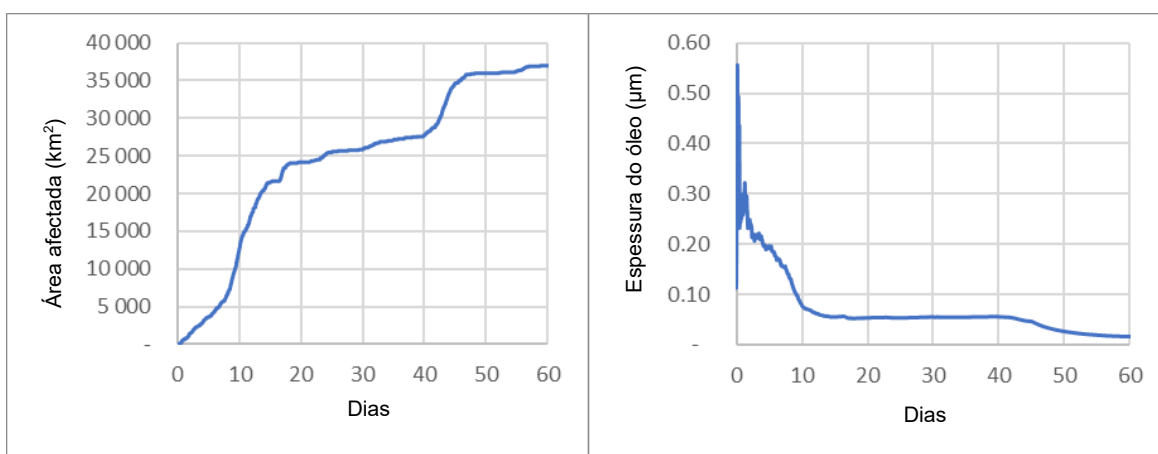


Figura AVII.127: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame de condensado durante o mês de Março

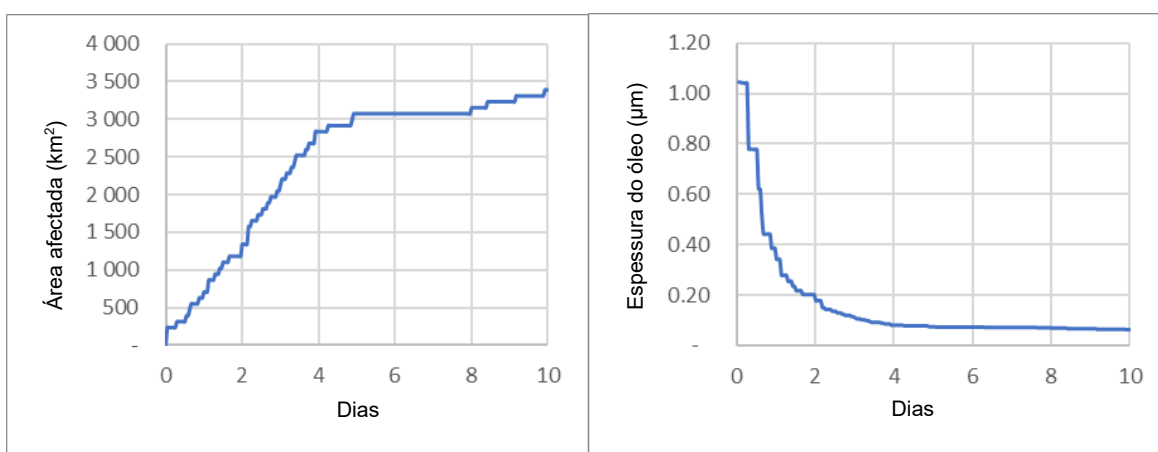


Figura AVII.128: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame de LTOBM durante o mês de Março

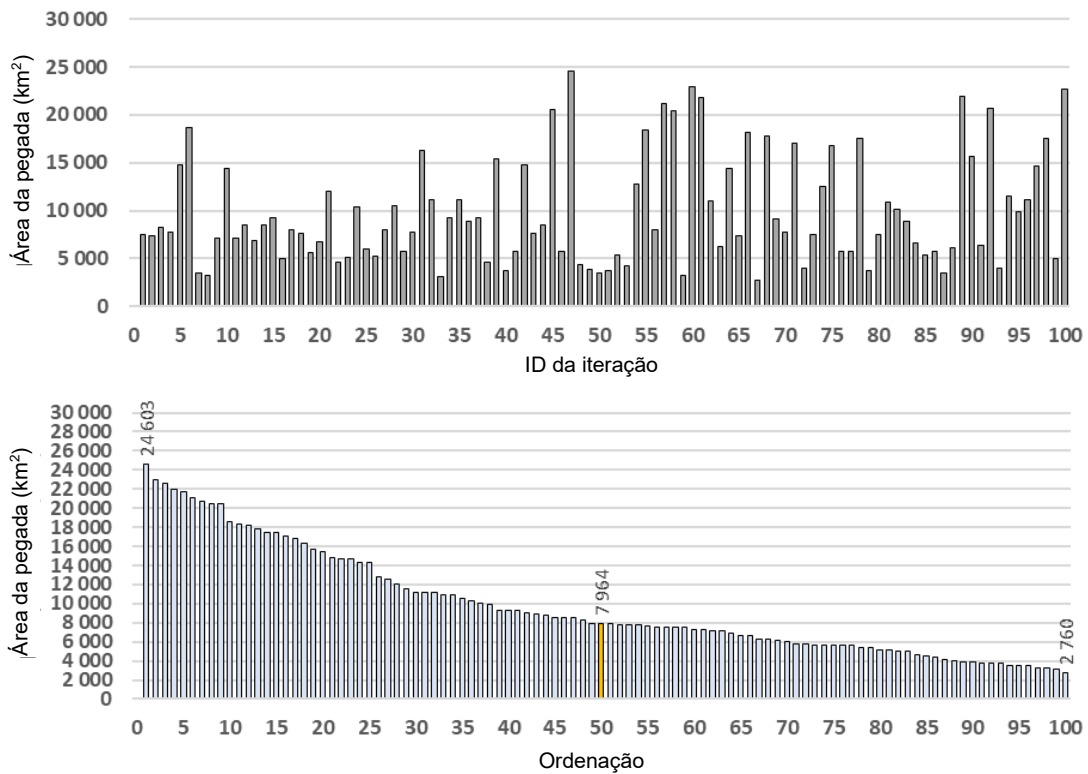


Figura AVII.129: Área de superfície afectada (cima) e ordenação das simulações com mediana identificada com enchimento laranja (baixo) para cada uma das simulações de derrame de diesel

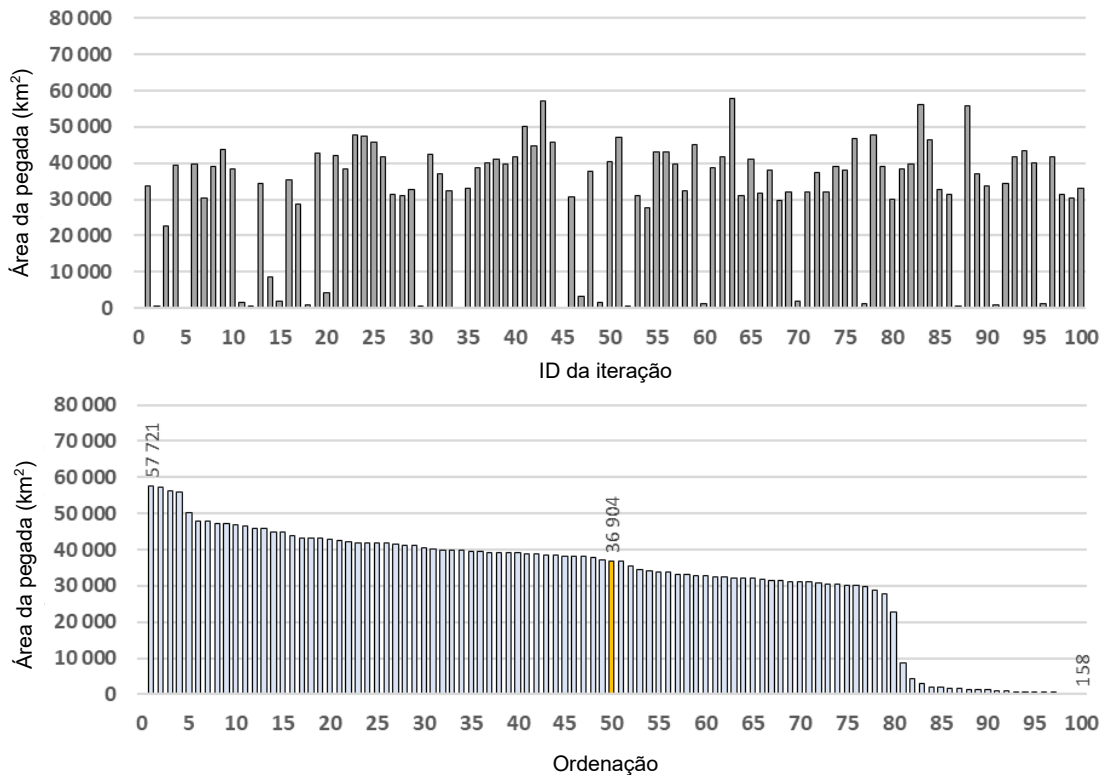


Figura AVII.130: Área de superfície afectada (cima) e ordenação das simulações com mediana identificada com enchimento laranja (baixo) para cada uma das simulações de derrame de condensado

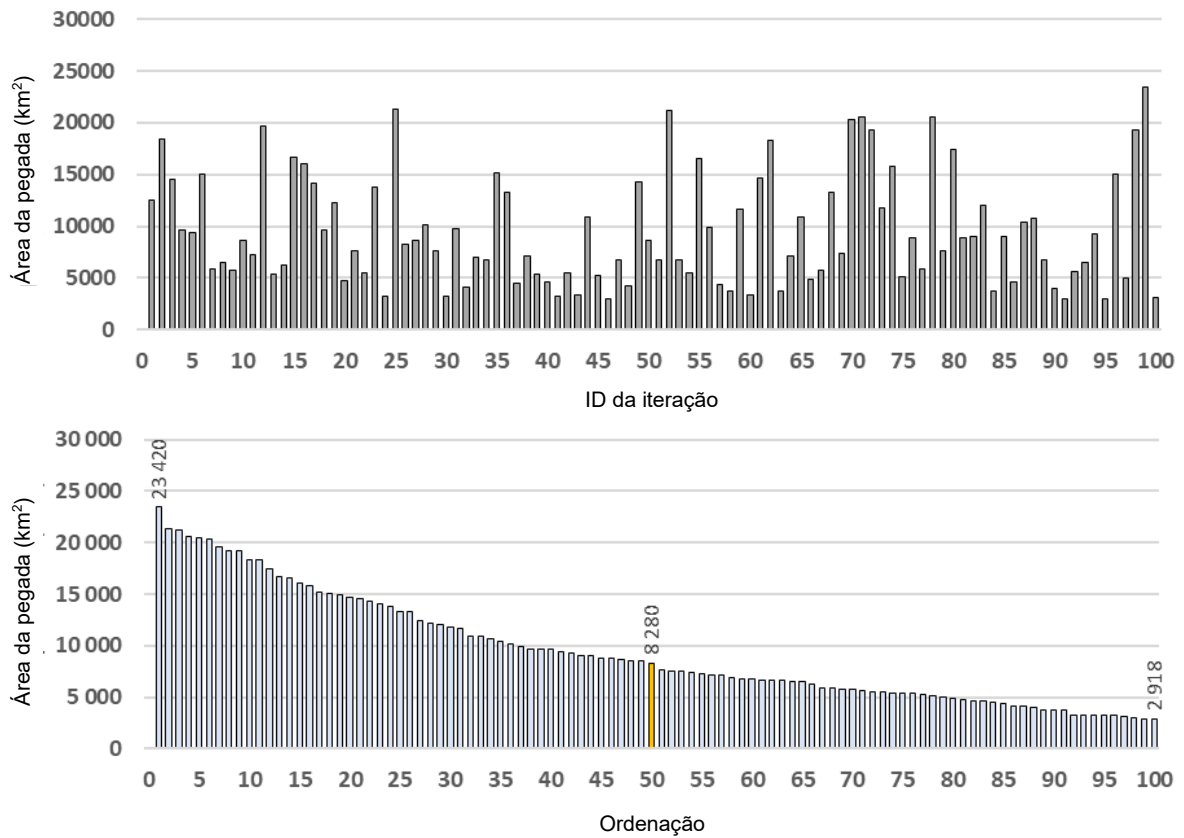


Figura AVII.131: Área de superfície afectada (cima) e ordenação das simulações com mediana identificada com enchimento laranja (baixo) para cada uma das simulações de derrame de LTOBM

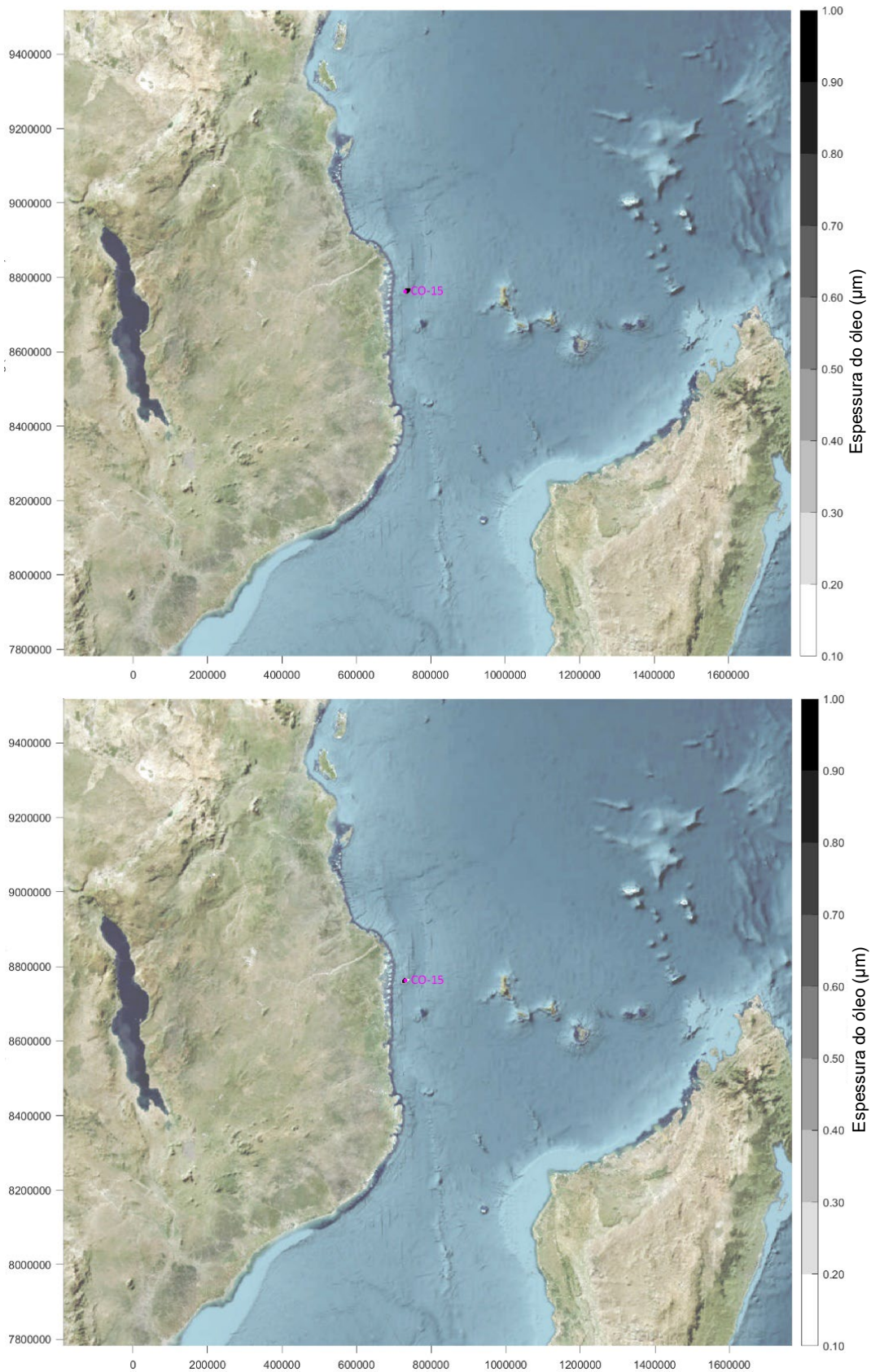


Figura AVII.132: Intemperismo do derrame mediano de diesel após 1 hora (cima) e 6 horas (baixo)

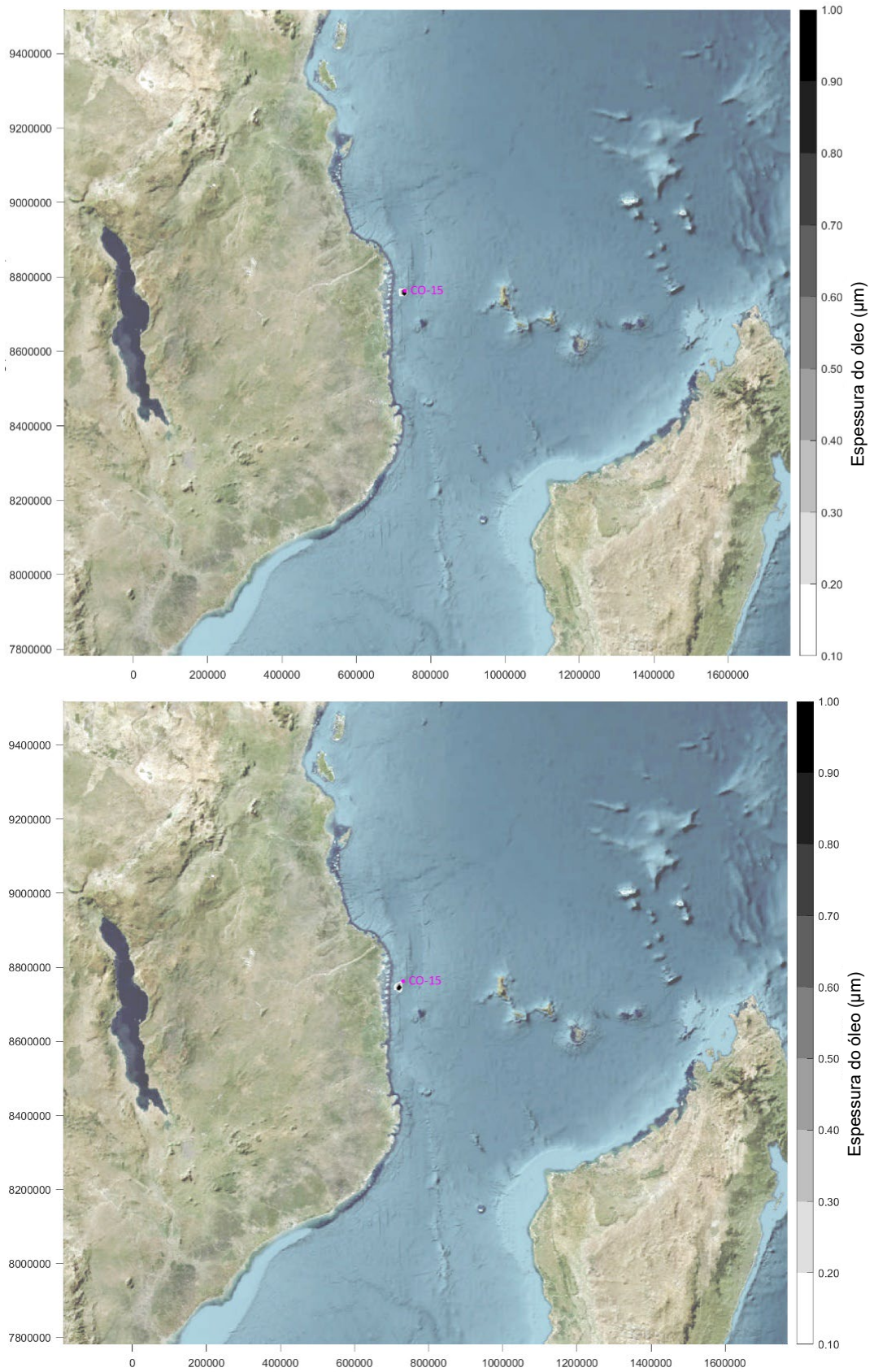


Figura AVII.133: Intemperismo do derrame mediano de diesel após 12 horas (cima) e 24 horas (baixo)

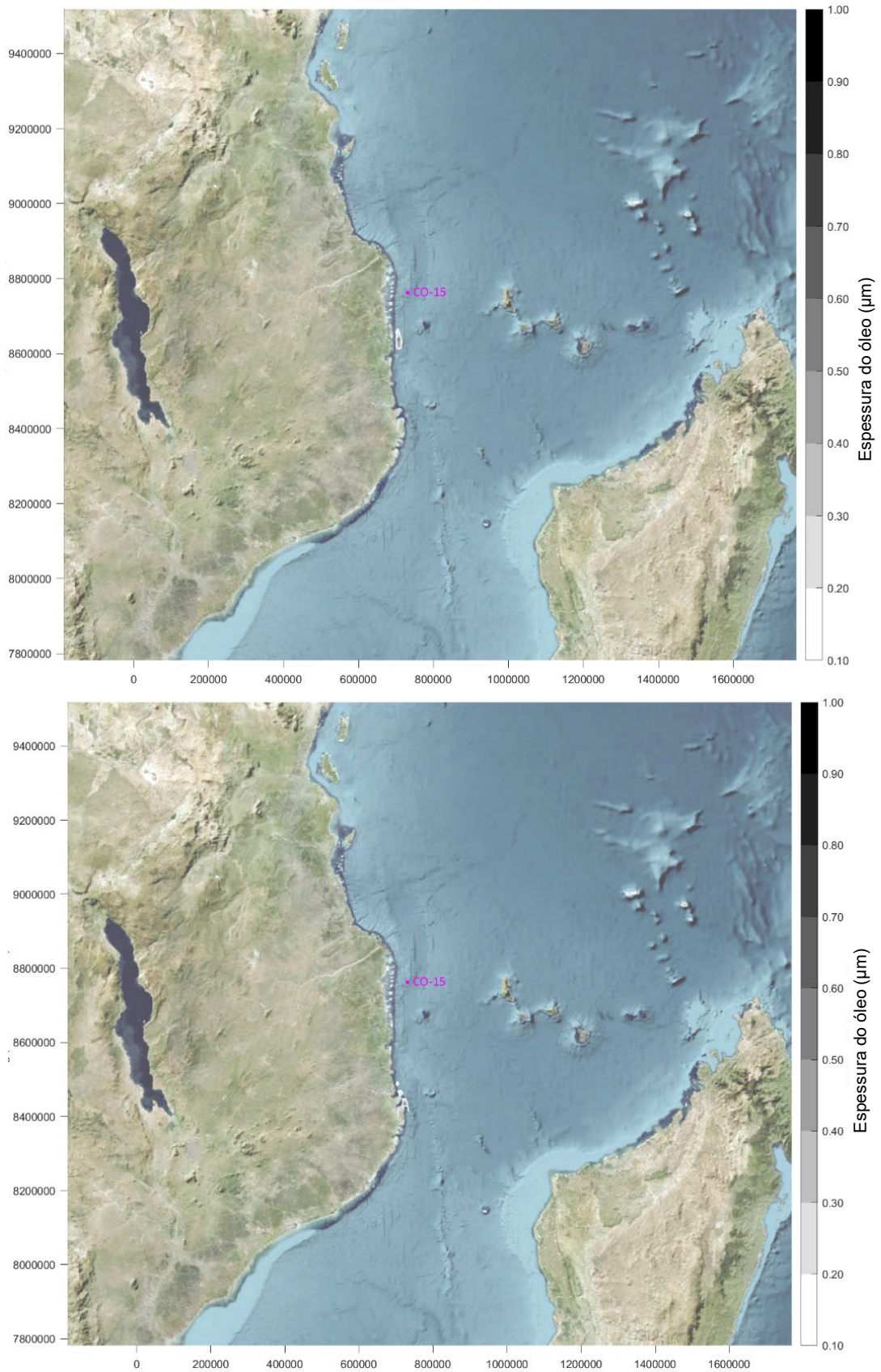


Figura AVII.134: Intemperismo do derrame mediano de diesel após 3 dias (cima) e 7 dias (baixo)

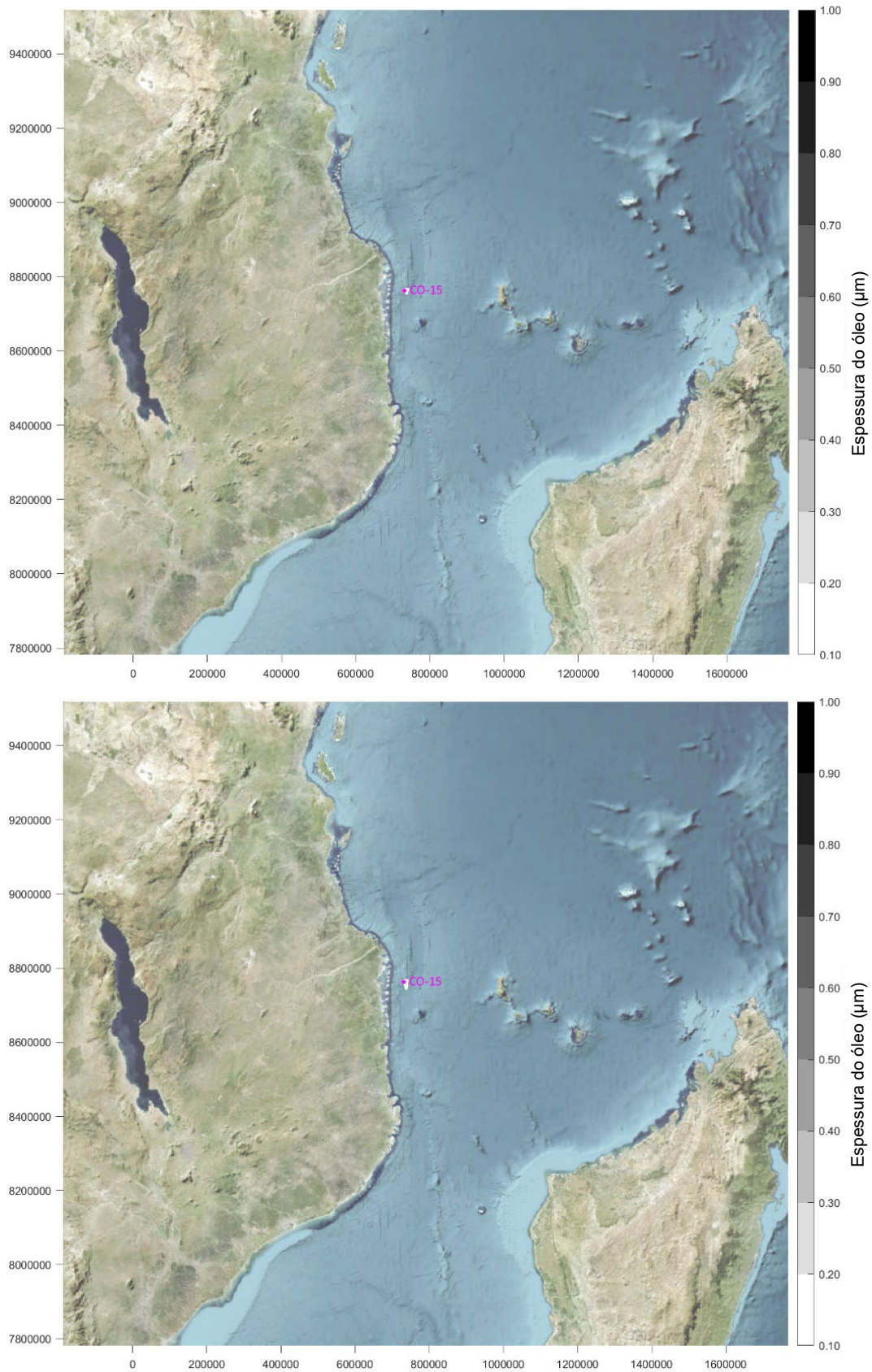


Figura AVII.135: Intemperismo do derrame mediano de condensado após 6 horas (cima) e 12 horas (baixo)

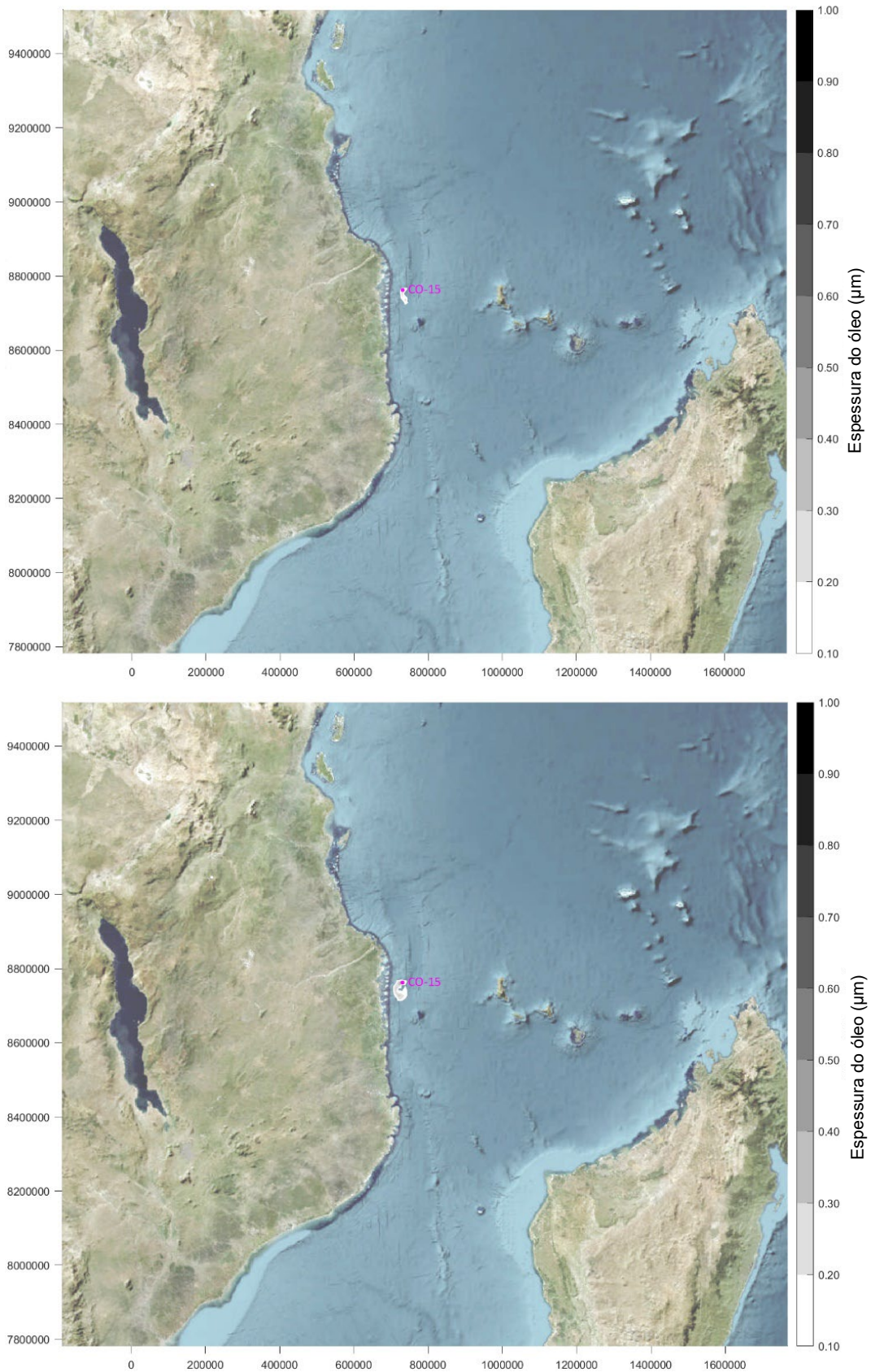


Figura AVII.136: Intemperismo do derrame mediano de condensado após 24 horas (cima) e 3 dias (baixo)

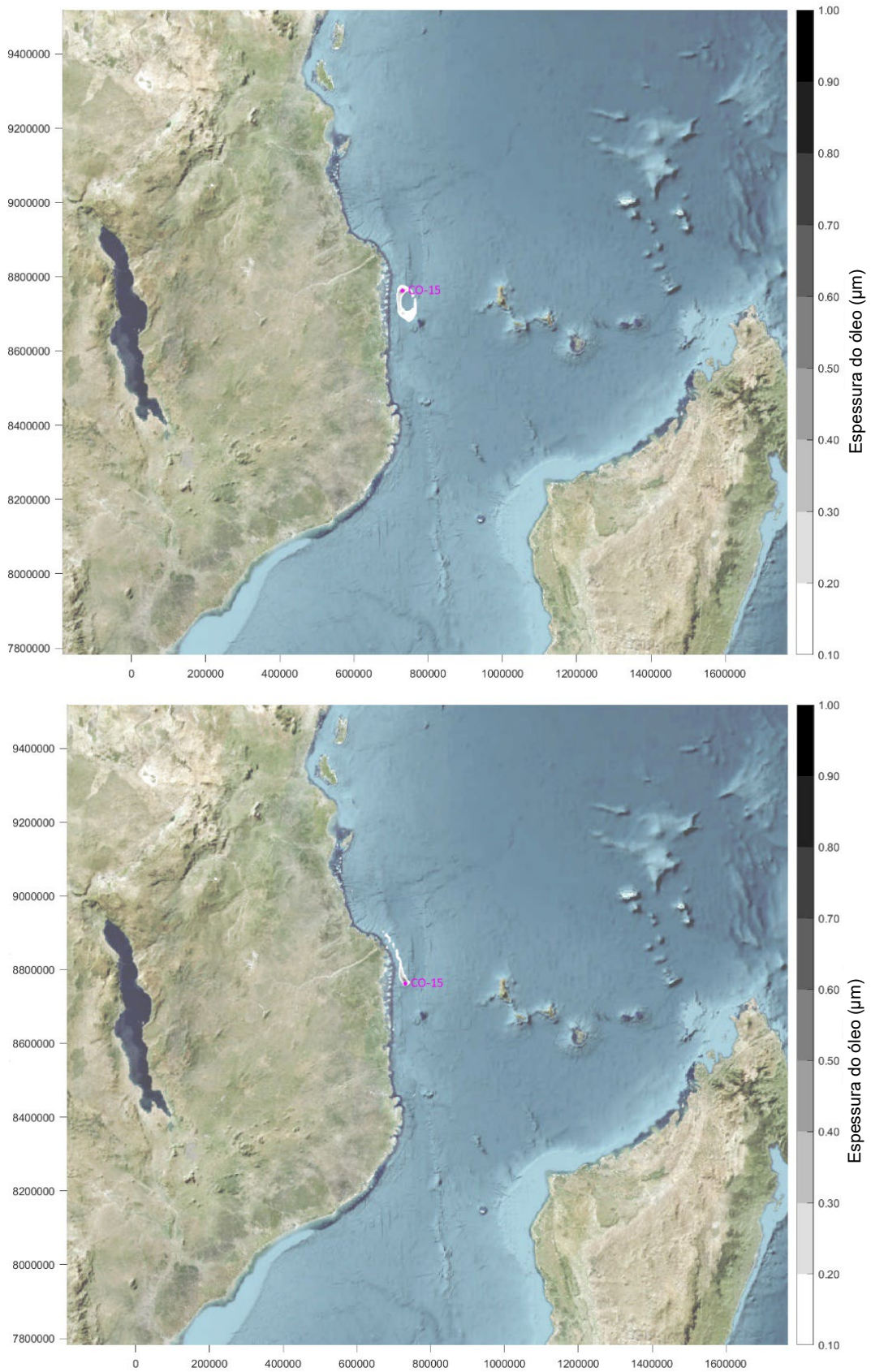


Figura AVII.137: Intemperismo do derrame mediano de condensado após 7 dias (cima) e 2 semanas (baixo)

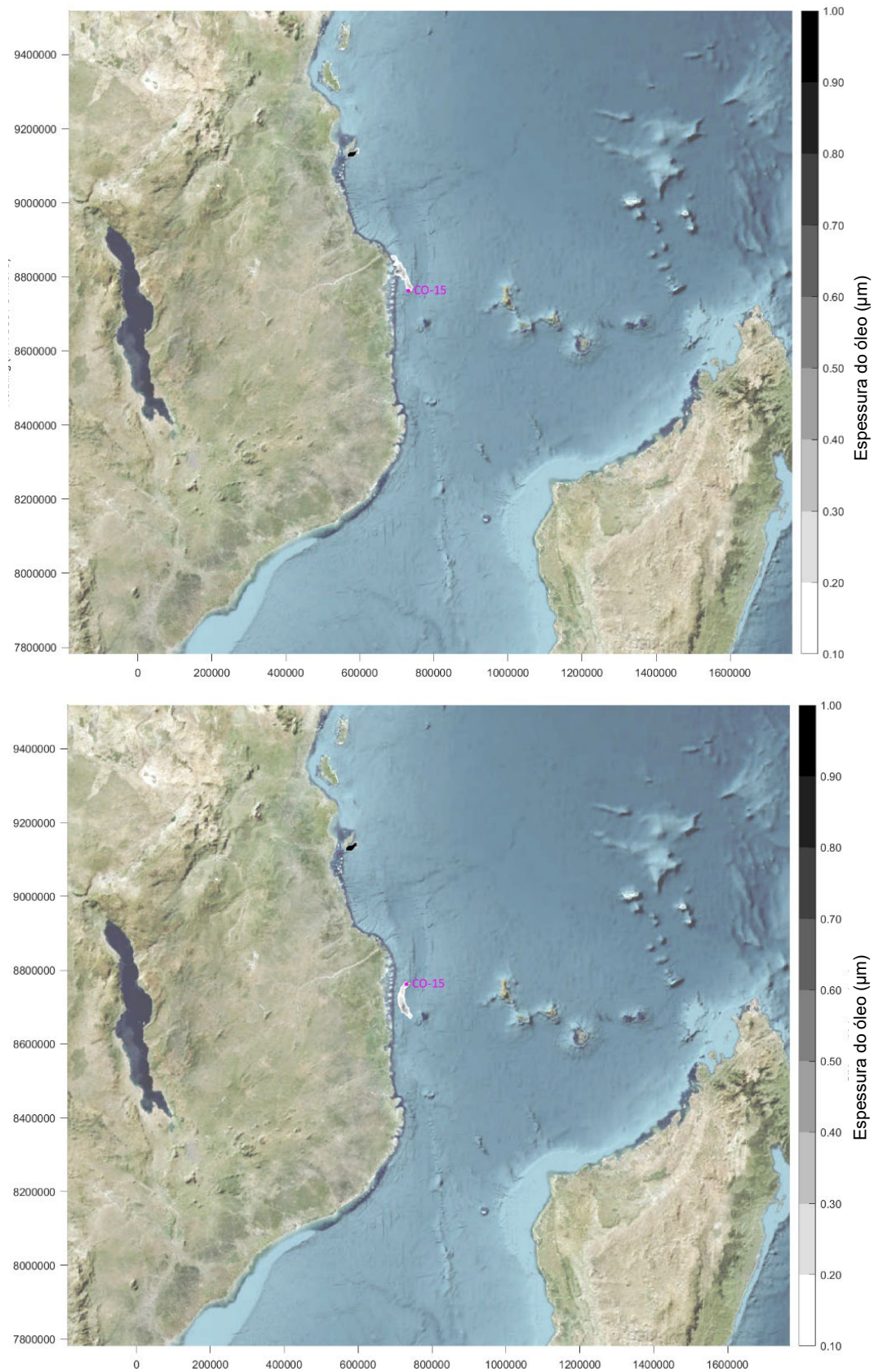


Figura AVII.138: Intemperismo do derrame mediano de condensado após 3 semanas (cima) e 4 semanas (baixo)

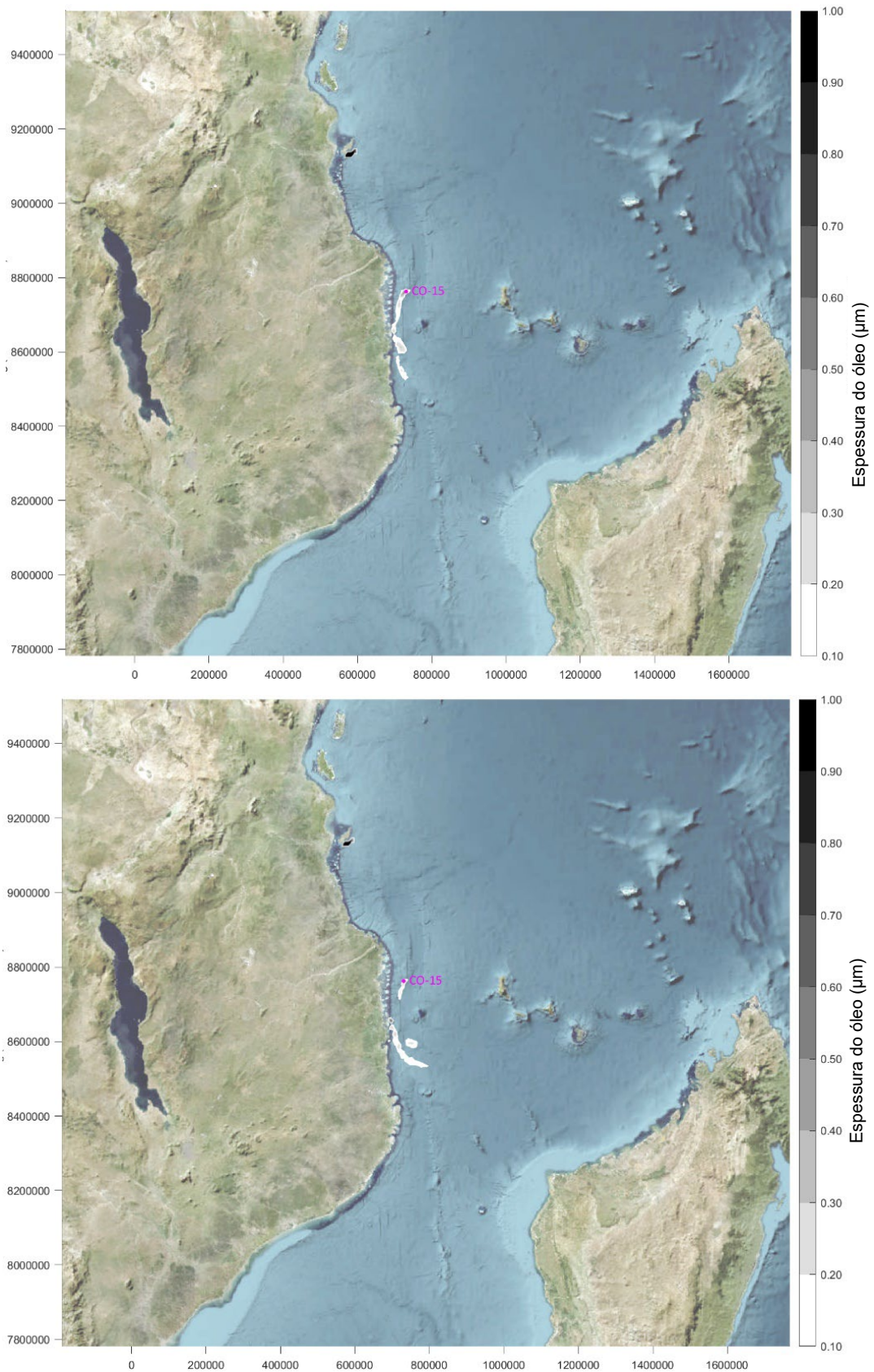


Figura AVII.139: Intemperismo do derrame mediano de condensado após 5 semanas (cima) e 6 semanas (baixo)

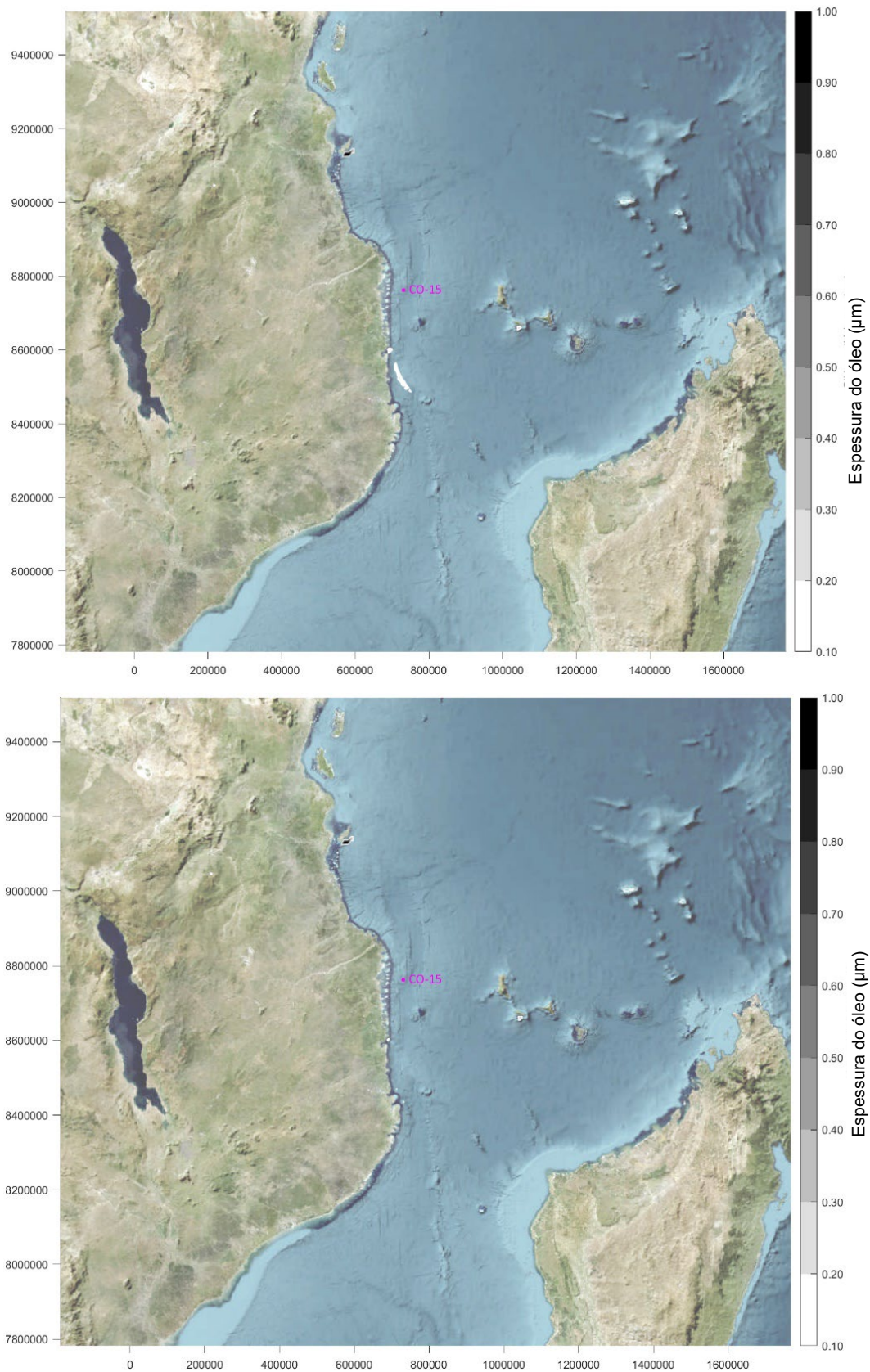


Figura AVII.140: Intemperismo do derrame mediano de condensado após 7 semanas (cima) e 8 semanas (baixo)

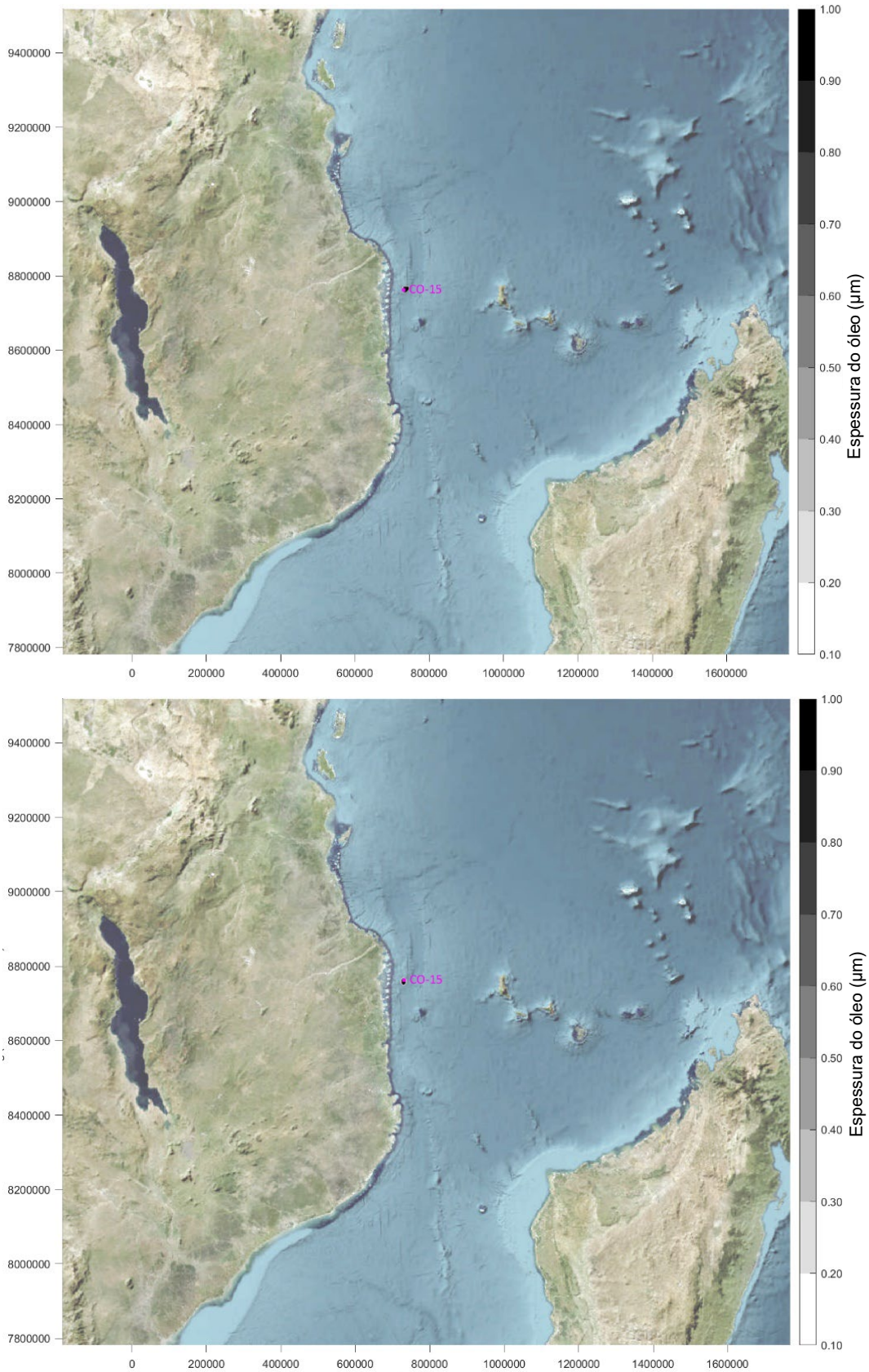


Figura AVII.141: Intemperismo do derrame mediano de LTOBM após 1 hora (cima) e 6 horas (baixo)

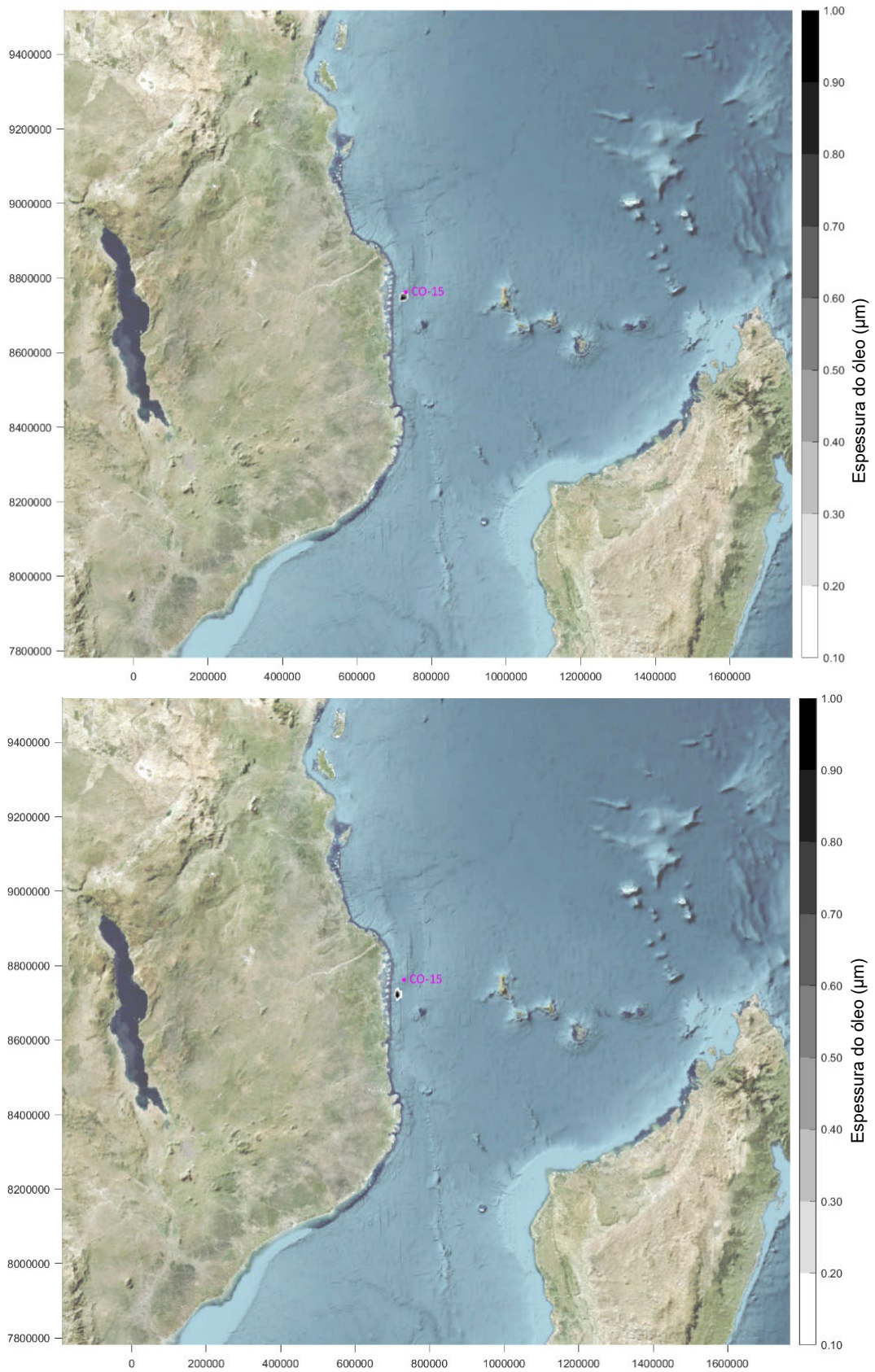


Figura AVII.142: Intemperismo do derrame mediano de LTOBM após 12 horas (cima) e 24 horas (baixo)

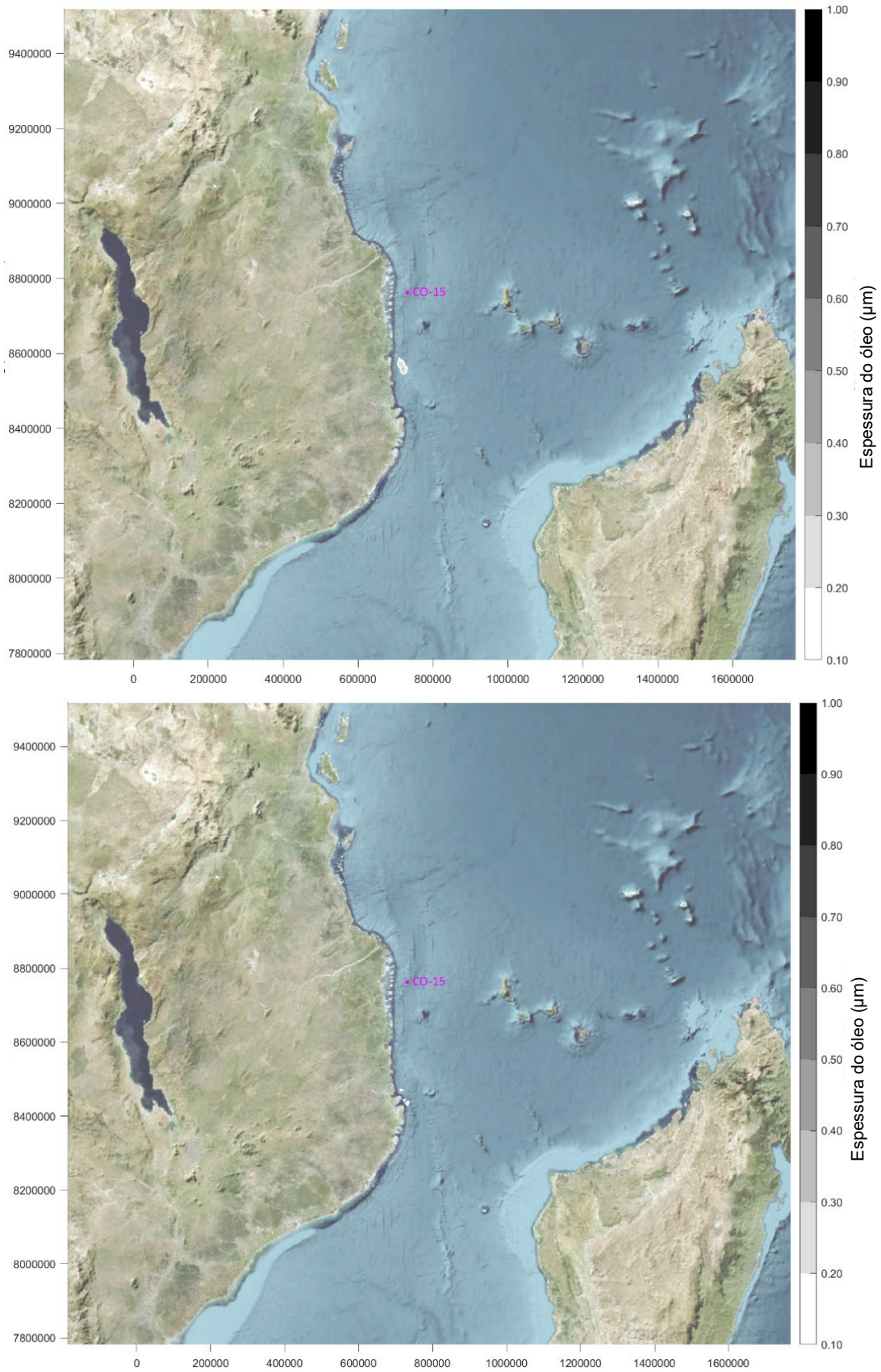


Figura AVII.143: Intemperismo do derrame mediano de LTOBM após 3 dias (cima) e 7 dias (baixo)

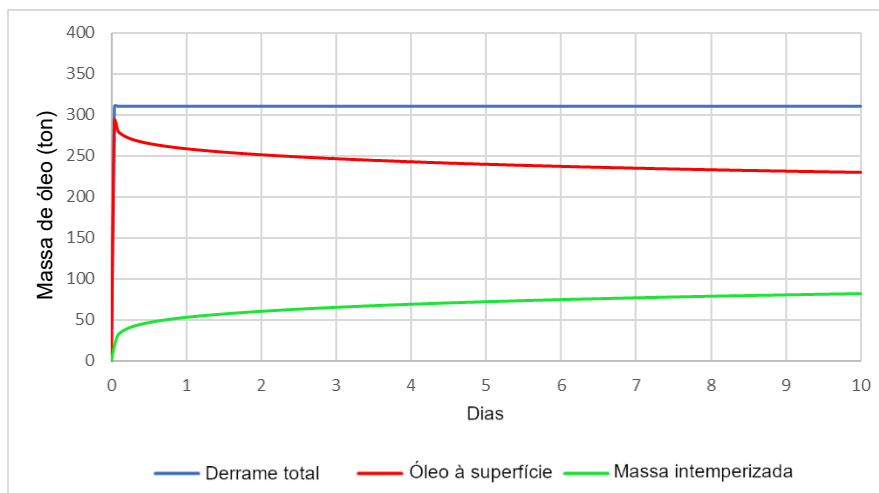


Figura AVII.144: Balanço de massa para o derrame mediano de gasóleo, com base na área de superfície afectada

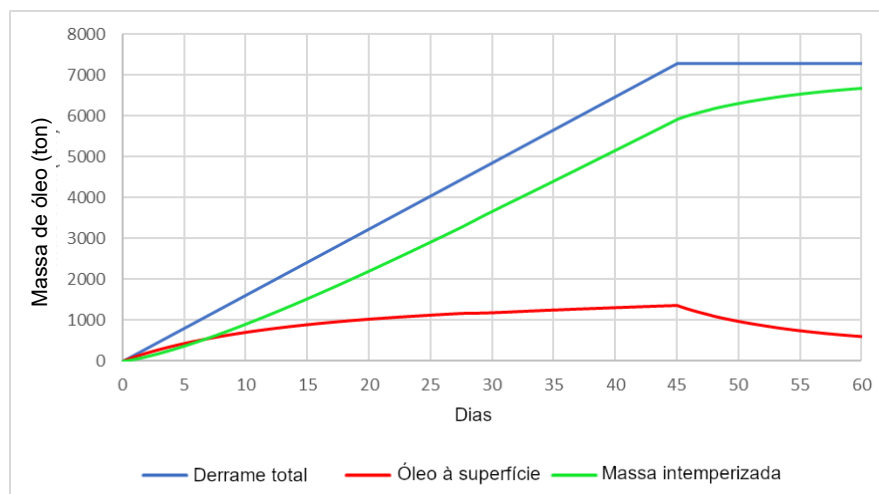


Figura AVII.145: Balanço de massa para o derrame mediano de condensado, com base na área de superfície afectada



Figura AVII.146: Balanço de massa para o derrame mediano de LTOBM, com base na área de superfície afectada

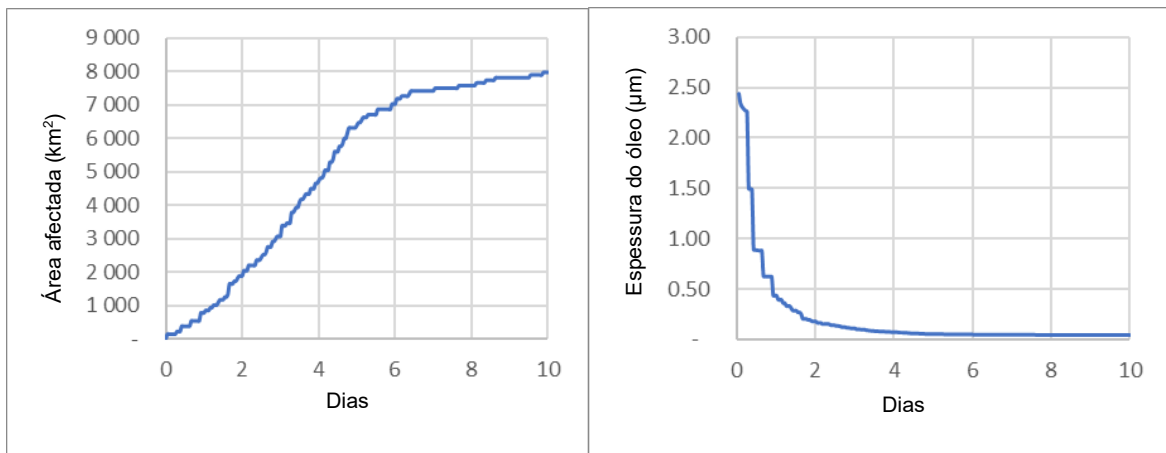


Figura AVII.147: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame mediano de gasóleo

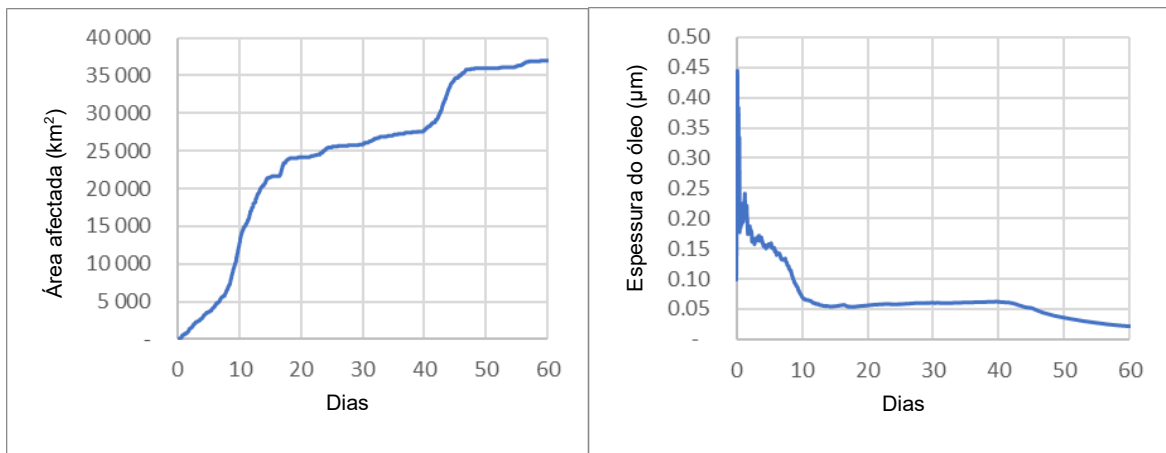


Figura AVII.148: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame mediano de condensado

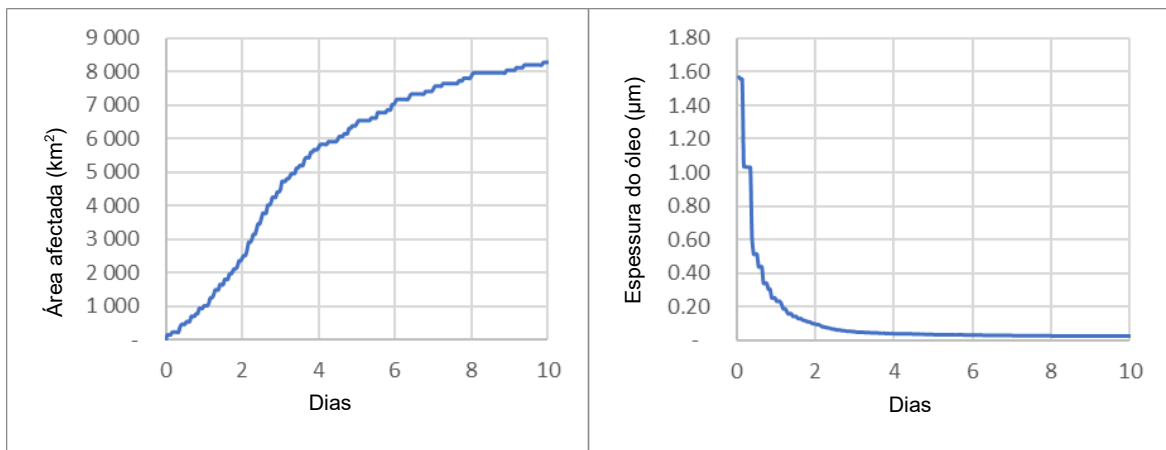


Figura AVII.149: Aumento da área afectada (esquerda) e diminuição da espessura aproximada do óleo (direita) ao longo do tempo para o derrame mediano de LTOBM

Anexo VIII – Tabelas de Avaliação dos Riscos de Alterações Climáticas

Tabela AVIII.1: Avaliação de riscos físicos – condições em 2028 (início do Projecto)

Variável climática	Risco ao sítio do Projecto	Comentários sobre o risco	Probabilidade	Consequência	Classificação do risco
TEMPERATURA					
Temperatura média e máxima	Avaria de equipamentos e infra-estruturas acima da água relacionada com o calor (PR1)	Períodos de temperatura extrema têm o potencial de danificar e/ou deteriorar equipamentos e infra-estruturas de apoio, resultando em tempo de inactividade operacional e aumento da manutenção. Esta situação é agravada se os materiais e equipamentos estiverem localizados no exterior, sem protecção contra o sol e o calor. Exemplos de impactos incluem danos causados por equipamentos que operam além dos limites do fornecedor e degradação de materiais de construção.	1	2	Negligenciável
	Deterioração de equipamentos e infra-estruturas acima da água relacionada com o calor (PR2)		1	2	Negligenciável
	Geração de energia e disponibilidade para refrigeração de processos (PR3)	Períodos de temperatura extrema podem afectar a capacidade de geração de energia das instalações internas. Exemplos de impactos incluem a redução da potência de saída e o aumento dos custos de manutenção para sistemas não construídos de acordo com especificações suficientes. Os custos associados à energia para processamento e refrigeração do gás natural para reduzir o volume para armazenamento também dependem da temperatura.	1	2	Negligenciável
	Efeitos da temperatura na saúde e produtividade da mão de obra (PR4)	As temperaturas extremas afectarão a saúde e a produtividade da mão de obra. Períodos prolongados de calor extremo representam um perigo físico para os trabalhadores e podem limitar o horário de trabalho.	2	2	Baixo
	Consumo de energia para ar condicionado (PR5)	A necessidade de energia para ar condicionado será impactada pelas temperaturas	1	2	Negligenciável
Temperatura da água marinha	Deterioração relacionada com o calor de equipamentos e infra-estruturas abaixo da água (PR6)	Períodos de temperatura extrema têm o potencial de danificar e/ou deteriorar equipamentos e infra-estruturas de apoio, resultando em tempo de inactividade operacional e aumento da manutenção. Exemplos de impactos incluem danos causados por equipamentos que operam além dos limites do fornecedor e degradação de materiais de construção.	1	2	Negligenciável
	Receptores ambientais sensíveis ao calor (PR7)	O ambiente marinho em torno do local do Projecto é típico de um oceano aberto tropical, ambiente de águas profundas bem misturado. As alterações das temperaturas médias e máximas podem afectar o funcionamento do ecossistema, embora tal seja pouco provável.	1	1	Negligenciável
	Água do mar para arrefecimento de GNL (PR8)	A temperatura da água captada impactará a eficácia do uso da água marinha para refrigeração.	1	2	Negligenciável
PRECIPITAÇÃO					
Frequência de eventos de precipitação intensa	Avaria de equipamentos e infra-estruturas relacionada com a água (PR9)	Eventos de chuvas intensas podem causar falhas e/ou degradação de equipamentos e infraestrutura, resultando gradualmente em tempo de inactividade operacional	1	3	Baixo
	Deterioração de equipamentos e infra-estruturas acima da água relacionada com a água (PR10)		2	2	Baixo
	Efeito das chuvas extremas na saúde e produtividade da força de trabalho (PR11)	Os riscos para a saúde e a segurança aumentam durante chuvas intensas, resultando potencialmente em mais incidentes.	2	3	Baixo
TEMPESTADES (Ventos extremos e ciclones)					
Frequência e força de tempestades	Avaria de equipamentos e infra-estruturas relacionada com ventos extremos (PR12)	Os ventos extremos com força de ciclone têm o potencial de danificar e degradar infra-estruturas e equipamentos, resultando em tempo de inactividade operacional e aumento da manutenção.	3	2	Baixo
	Deterioração de infra-estruturas e equipamentos relacionada com ventos extremos (PR13)		2	2	Baixo
	Efeitos dos ventos extremos no apoio às operações de abastecimento (PR14)	Ventos extremos afectarão as operações de abastecimento, por exemplo, carga/descarga de navios, danos às cargas.	3	2	Baixo
	Efeitos dos ventos extremos na saúde e produtividade da força de trabalho (RP15)	Ventos fortes aumentam os riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores.	3	2	Baixo
	Ventos extremos que provocam derrames que afectam o ambiente marinho (PR16)	Ventos e ondas extremas podem aumentar a probabilidade de derrames.	1	3	Baixo

Tabela AVIII.2: Avaliação de riscos físicos – cenário de emissões baixas a intermédias (SSP2-4.5) para o período 2041 a 2060

Variável climática	Risco ao sítio do Projecto	Comentários sobre o risco	Probabilidade	Consequência	Classificação do risco
TEMPERATURA					
Temperatura média e máxima	Avaria de equipamentos e infra-estruturas acima da água relacionada com o calor (PR1)	Períodos de temperatura extrema têm o potencial de danificar e/ou deteriorar equipamentos e infra-estruturas de apoio, resultando em tempo de inactividade operacional e aumento da manutenção. Esta situação é agravada se os materiais e equipamentos estiverem localizados no exterior, sem protecção contra o sol e o calor. Exemplos de impactos incluem danos causados por equipamentos que operam além dos limites do fornecedor e degradação de materiais de construção.	1	2	Negligenciável
	Deterioração de equipamentos e infra-estruturas acima da água relacionada com o calor (PR2)		1	2	Negligenciável
	Geração de energia e disponibilidade para refrigeração de processos (PR3)	Períodos de temperatura extrema podem afectar a capacidade de geração de energia das instalações internas. Exemplos de impactos incluem a redução da potência de saída e o aumento dos custos de manutenção para sistemas não construídos de acordo com especificações suficientes. Os custos associados à energia para processamento e refrigeração do gás natural para reduzir o volume para armazenamento também dependem da temperatura.	2	2	Baixo
	Efeitos da temperatura na saúde e produtividade da mão de obra (PR4)	As temperaturas extremas afectarão a saúde e a produtividade da mão de obra. Períodos prolongados de calor extremo representam um perigo físico para os trabalhadores e podem limitar o horário de trabalho.	2	2	Baixo
	Consumo de energia para ar condicionado (PR5)	A necessidade de energia para ar condicionado será impactada pelas temperaturas	2	2	Baixo
Temperatura da água marinha	Deterioração relacionada com o calor de equipamentos e infra-estruturas abaixo da água (PR6)	Períodos de temperatura extrema têm o potencial de danificar e/ou deteriorar equipamentos e infra-estruturas de apoio, resultando em tempo de inactividade operacional e aumento da manutenção. Exemplos de impactos incluem danos causados por equipamentos que operam além dos limites do fornecedor e degradação de materiais de construção.	1	2	Negligenciável
	Receptores ambientais sensíveis ao calor (PR7)	O ambiente marinho em torno do local do Projecto é típico de um oceano aberto tropical, ambiente de águas profundas bem misturado. As alterações das temperaturas médias e máximas podem afectar o funcionamento do ecossistema, embora tal seja pouco provável.	2	1	Negligenciável
	Água do mar para arrefecimento de GNL (PR8)	A temperatura da água captada impactará a eficácia do uso da água marinha para refrigeração.	2	2	Baixo
PRECIPITAÇÃO					
Frequência de eventos de precipitação intensa	Avaria de equipamentos e infra-estruturas relacionada com a água (PR9)	Eventos de chuvas intensas podem causar falhas e/ou degradação de equipamentos e infraestrutura, resultando gradualmente em tempo de inactividade operacional	1	3	Baixo
	Deterioração de equipamentos e infra-estruturas acima da água relacionada com a água (PR10)		2	2	Baixo
	Efeito das chuvas extremas na saúde e produtividade da força de trabalho (PR11)	Os riscos para a saúde e a segurança aumentam durante chuvas intensas, resultando potencialmente em mais incidentes.	2	3	Baixo
TEMPESTADES (Ventos extremos e ciclones)					
Frequência e força de tempestades	Avaria de equipamentos e infra-estruturas relacionada com ventos extremos (PR12)	Os ventos extremos com força de ciclone têm o potencial de danificar e degradar infra-estruturas e equipamentos, resultando em tempo de inactividade operacional e aumento da manutenção.	3	2	Baixo
	Deterioração de infra-estruturas e equipamentos relacionada com ventos extremos (PR13)		2	2	Baixo
	Efeitos dos ventos extremos no apoio às operações de abastecimento (PR14)	Ventos extremos afectarão as operações de abastecimento, por exemplo, carga/descarga de navios, danos às cargas.	3	2	Baixo
	Efeitos dos ventos extremos na saúde e produtividade da força de trabalho (RP15)	Ventos fortes aumentam os riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores.	3	2	Baixo
	Ventos extremos que provocam derrames que afectam o ambiente marinho (PR16)	Ventos e ondas extremas podem aumentar a probabilidade de derrames.	2	3	Baixo

Tabela AVIII.3: Avaliação de riscos físicos – cenário de emissões elevadas (SSP5-8.5) para o período 2041 a 2060

Variável climática	Risco ao sítio do Projecto	Comentários sobre o risco	Probabilidade	Consequência	Classificação do risco
TEMPERATURA					
Temperatura média e máxima	Avaria de equipamentos e infra-estruturas acima da água relacionada com o calor (PR1)	Períodos de temperatura extrema têm o potencial de danificar e/ou deteriorar equipamentos e infra-estruturas de apoio, resultando em tempo de inactividade operacional e aumento da manutenção. Esta situação é agravada se os materiais e equipamentos estiverem localizados no exterior, sem protecção contra o sol e o calor. Exemplos de impactos incluem danos causados por equipamentos que operam além dos limites do fornecedor e degradação de materiais de construção.	1	2	Negligenciável
	Deterioração de equipamentos e infra-estruturas acima da água relacionada com o calor (PR2)		1	2	Negligenciável
	Geração de energia e disponibilidade para refrigeração de processos (PR3)	Períodos de temperatura extrema podem afectar a capacidade de geração de energia das instalações internas. Exemplos de impactos incluem a redução da potência de saída e o aumento dos custos de manutenção para sistemas não construídos de acordo com especificações suficientes. Os custos associados à energia para processamento e refrigeração do gás natural para reduzir o volume para armazenamento também dependem da temperatura.	2	2	Baixo
	Efeitos da temperatura na saúde e produtividade da mão de obra (PR4)	As temperaturas extremas afectarão a saúde e a produtividade da mão de obra. Períodos prolongados de calor extremo representam um perigo físico para os trabalhadores e podem limitar o horário de trabalho.	2	3	Baixo
	Consumo de energia para ar condicionado (PR5)	A necessidade de energia para ar condicionado será impactada pelas temperaturas	2	2	Baixo
Temperatura da água marinha	Deterioração relacionada com o calor de equipamentos e infra-estruturas abaixo da água (PR6)	Períodos de temperatura extrema têm o potencial de danificar e/ou deteriorar equipamentos e infra-estruturas de apoio, resultando em tempo de inactividade operacional e aumento da manutenção. Exemplos de impactos incluem danos causados por equipamentos que operam além dos limites do fornecedor e degradação de materiais de construção.	1	2	Negligenciável
	Receptores ambientais sensíveis ao calor (PR7)	O ambiente marinho em torno do local do Projecto é típico de um oceano aberto tropical, ambiente de águas profundas bem misturado. As alterações das temperaturas médias e máximas podem afectar o funcionamento do ecossistema, embora tal seja pouco provável.	2	1	Negligenciável
	Água do mar para arrefecimento de GNL (PR8)	A temperatura da água captada impactará a eficácia do uso da água marinha para refrigeração.	2	2	Baixo
PRECIPITAÇÃO					
Frequência de eventos de precipitação intensa	Avaria de equipamentos e infra-estruturas relacionada com a água (PR9)	Eventos de chuvas intensas podem causar falhas e/ou degradação de equipamentos e infraestrutura, resultando gradualmente em tempo de inactividade operacional	1	3	Baixo
	Deterioração de equipamentos e infra-estruturas acima da água relacionada com a água (PR10)		2	2	Baixo
	Efeito das chuvas extremas na saúde e produtividade da força de trabalho (PR11)	Os riscos para a saúde e a segurança aumentam durante chuvas intensas, resultando potencialmente em mais incidentes.	2	3	Baixo
TEMPESTADES (Ventos extremos e ciclones)					
Frequência e força de tempestades	Avaria de equipamentos e infra-estruturas relacionada com ventos extremos (PR12)	Os ventos extremos com força de ciclone têm o potencial de danificar e degradar infra-estruturas e equipamentos, resultando em tempo de inactividade operacional e aumento da manutenção.	3	2	Baixo
	Deterioração de infra-estruturas e equipamentos relacionada com ventos extremos (PR13)		2	2	Baixo
	Efeitos dos ventos extremos no apoio às operações de abastecimento (PR14)	Ventos extremos afectarão as operações de abastecimento, por exemplo, carga/descarga de navios, danos às cargas.	3	2	Baixo
	Efeitos dos ventos extremos na saúde e produtividade da força de trabalho (RP15)	Ventos fortes aumentam os riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores.	3	2	Baixo
	Ventos extremos que provocam derrames que afectam o ambiente marinho (PR16)	Ventos e ondas extremas podem aumentar a probabilidade de derrames.	2	3	Baixo