

Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo do Mar para o Campo Camorim, Bacia de Sergipe-Alagoas



Revisão 01
Agosto/2011

Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para o Campo Camorim, Bacia de Sergipe-Alagoas

**Revisão 01
Agosto / 2011**



A **ASA South America** é responsável pelo conteúdo do presente relatório incluindo: tecnologias, metodologias, especificações técnicas, desenhos, figuras, cópias, diagramas, fórmulas, modelos, amostras, e fluxogramas.

A utilização deste material deverá ser compatível com o escopo do projeto/trabalho contratado, fazendo-se expressa menção ao nome da **ASA South America** como autora do estudo. Da mesma forma, quando a equipe técnica da **ASA** for incorporada na equipe técnica da empresa contratante, esta deverá ser mencionada, e referenciada, como: “consultores da **ASA South America**”. Qualquer dúvida ou alteração desta conduta deverá ser discutida entre o cliente e a **ASA South America**.

ASA (Applied Science Associates South America), 2011. Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para o Campo Camorim, Bacia de Sergipe-Alagoas. Relatório Técnico, Revisão 01 (25 de agosto de 2011). 166pp+Anexo.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	1
I INTRODUÇÃO	I-1
I.1 ÁREA DE ESTUDO.....	I-2
II MODELAGEM DE DERRAME DE ÓLEO	II-1
II.1 DADOS DE ENTRADA	II-1
II.1.1 DADOS DE VENTO	II-2
II.1.2 CAMPOS DE CORRENTES	II-11
II.1.3 PONTOS DE RISCO E VOLUMES	II-12
II.1.4 CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS UTILIZADOS.....	II-13
II.2 CRITÉRIOS DE PARADA ADOTADOS NAS SIMULAÇÕES	II-15
II.3 RESUMO DOS CENÁRIOS SIMULADOS	II-15
III RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DE DERRAME DE ÓLEO.....	III-17
III.1 SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS.....	III-17
III.2 SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS CRÍTICAS.....	III-111
III.3 SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS PARA AS CONDIÇÕES METEOCEANOGRÁFICAS MAIS FREQUENTES	III-123
IV CONSIDERAÇÕES FINAIS	IV-1
V BIBLIOGRAFIA	V-1
VI EQUIPE TÉCNICA	VI-1
ANEXO A – DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MODELOS OILMAP.....	A-1

LISTA DE TABELAS

Tabela II-1 - Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção (°) do vento NCEP (10,5°S e 35,6°W) para o período de verão (janeiro a março de 2002). A direção é medida em graus a partir do norte geográfico e segue a convenção meteorológica.....	II-6
Tabela II-2 - Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção (°) do vento NCEP (10,5°S e 35,6°W) para o período de inverno (junho a agosto de 2002). A direção é medida em graus a partir do norte geográfico e segue a convenção meteorológica.....	II-6
Tabela II-3 - Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção (°) do vento METAR Aracaju (10°59'S e 37°04'W) para o período de verão (janeiro a março de 2002). A direção é medida em graus a partir do norte geográfico e segue a convenção meteorológica.....	II-10
Tabela II-4 - Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção (°) do vento METAR Aracaju (10°59'S e 37°04'W) para o período de inverno (junho a agosto de 2002). A direção é medida em graus a partir do norte geográfico e segue a convenção meteorológica.....	II-10
Tabela II-5 - Características e coordenadas geográficas (SAD 69) dos pontos de risco para a Fase de Instalação.	II-12
Tabela II-6 - Características e coordenadas geográficas (SAD 69) dos pontos de risco para a Fase de Produção.	II-12
Tabela II-7 - Características e coordenadas geográficas (SAD 69) dos pontos de risco para a Fase de Perfuração.	II-13
Tabela II-8 - Tipos de óleo utilizados na modelagem.	II-14
Tabela II-9 - Características do óleo tipo Diesel.....	II-14
Tabela II-10 - Características do óleo tipo Camorim.	II-15
Tabela II-11 - Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames de óleo para o Campo Camorim.	II-16
Tabela III-1 - Extensão da linha de costa com probabilidade de ser atingida por derrames de óleo na região do Campo Camorim, em condições de verão e inverno.	III-106
Tabela III-2 - Resumo dos resultados da modelagem probabilística ocorrendo durante o verão e inverno, para os cenários de derrame de óleo do Campo Camorim.....	III-107
Tabela III-3 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_DIESEL_8_30D, para os períodos de verão e inverno.....	III-108

Tabela III-4 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_DIESEL_200_30D, para os períodos de verão e inverno.	III-108
Tabela III-5 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_DIESEL_500_30D, para os períodos de verão e inverno.	III-108
Tabela III-6 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_8_30D, para os períodos de verão e inverno.	III-108
Tabela III-7 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_200_30D, para os períodos de verão e inverno.	III-109
Tabela III-8 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_207_30D, para os períodos de verão e inverno.	III-109
Tabela III-9 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM5_200_30D, para os períodos de verão e inverno.	III-109
Tabela III-10 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM9_8_30D, para os períodos de verão e inverno.	III-109
Tabela III-11 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM9_200_30D, para os períodos de verão e inverno.	III-110
Tabela III-12 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM9_248_30D, para os períodos de verão e inverno.	III-110
Tabela III-13 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto CM10_420_60D, para os períodos de verão e inverno.	III-110
Tabela III-14 - Resumo dos cenários determinísticos críticos de verão e de inverno para o Campo Camorim.	III-111
Tabela III-15 - Resumo dos cenários determinísticos críticos de verão e de inverno para o Campo Camorim, para as condições meteoceanográficas mais frequentes.	III-124

LISTA DE FIGURAS

- Figura I-1** - Localização da área de estudo e dos pontos de risco para a modelagem de óleo. I-3
- Figura II-1** - Localização dos dados de vento utilizados na modelagem de óleo. II-2
- Figura II-2** - Diagrama stick plot dos valores médios diários de dados de vento NCEP durante o período de 1º janeiro a dezembro de 2002, na posição 10,5°S e 35,6°W. A barra de cores lateral indica a intensidade dos vetores (convenção vetorial)..... II-3
- Figura II-3** - Histograma direcional dos vetores de vento NCEP para o verão (janeiro a março de 2002), na posição 10,5°S e 35,6°W. Os círculos concêntricos indicam a intensidade do vetor de vento (m/s), enquanto que a barra de cores (lateral) indica a porcentagem de incidência. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. II-4
- Figura II-4** - Histograma direcional dos vetores de vento NCEP para o inverno (junho a agosto de 2002), na posição 10,5°S e 35,6°W. Os círculos concêntricos indicam a intensidade do vetor de vento (m/s), enquanto que a barra de cores (lateral) indica a porcentagem de incidência. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. II-5
- Figura II-5** - Diagrama stick plot dos valores médios diários de dados de vento INFRAERO Aracaju durante o período de 1º outubro de 2001 a 30 de setembro de 2002, na posição 10º59'S e 37º04'W. A barra de cores lateral indica a intensidade dos vetores (convenção vetorial). II-7
- Figura II-6** - Histograma direcional dos vetores de vento INFRAERO Aracaju para o verão (janeiro a março de 2002), na posição 10º59'S e 37º04'W. Os círculos concêntricos indicam a intensidade do vetor de vento (m/s), enquanto que a barra de cores (lateral) indica a porcentagem de incidência. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. II-8
- Figura II-7** - Histograma direcional dos vetores de vento INFRAERO Aracaju para o inverno (junho a agosto de 2002), na posição 10º59'S e 37º04'W. Os círculos concêntricos indicam a intensidade do vetor de vento (m/s), enquanto que a barra de cores (lateral) indica a porcentagem de incidência. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. II-9
- Figura II-8** - Grade definindo os contornos de terra (grade land-water) para a modelagem de deriva de óleo no Campo Camorim. II-11

- Figura III-1** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_8_30D. (Fase: instalação/perfuração).
Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-18
- Figura III-2** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_8_30D. (Fase: instalação/perfuração).
Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-19
- Figura III-3** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-20
- Figura III-4** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-21
- Figura III-5** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_200_30D. (Fase: instalação/perfuração).
Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-22
- Figura III-6** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_200_30D. (Fase: instalação/perfuração).
Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-23
- Figura III-7** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_200_30D. (Fase: instalação/perfuração).
Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-24
- Figura III-8** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_200_30D. (Fase: instalação/perfuração).
Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL,

- ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-25
- Figura III-9** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-26
- Figura III-10** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-27
- Figura III-11** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-28
- Figura III-12** - Cenário PCM1_DIESEL_VER_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-29
- Figura III-13** - Cenário PCM1_VER_8_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-30
- Figura III-14** - Cenário PCM1_VER_8_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-31
- Figura III-15** - Cenário PCM1_VER_8_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-32
- Figura III-16** - Cenário PCM1_VER_8_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-

PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-33

Figura III-17 - Cenário PCM1_VER_200_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-34

Figura III-18 - Cenário PCM1_VER_200_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-35

Figura III-19 - Cenário PCM1_VER_200_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-36

Figura III-20 - Cenário PCM1_VER_200_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-37

Figura III-21 - Cenário PCM1_VER_207_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-38

Figura III-22 - Cenário PCM1_VER_207_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-39

Figura III-23 - Cenário PCM1_VER_207_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-40

Figura III-24 - Cenário PCM1_VER_207_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-41

- Figura III-25** - Cenário PCM5_VER_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-42
- Figura III-26** - Cenário PCM5_VER_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-43
- Figura III-27** - Cenário PCM5_VER_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-44
- Figura III-28** - Cenário PCM5_VER_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-45
- Figura III-29** - Cenário PCM9_VER_8_30D. (Fase: instalação/produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-46
- Figura III-30** - Cenário PCM9_VER_8_30D. (Fase: instalação/produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-47
- Figura III-31** - Cenário PCM9_VER_8_30D. (Fase: instalação/produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-48
- Figura III-32** - Cenário PCM9_VER_8_30D. (Fase: instalação/produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-49
- Figura III-33** - Cenário PCM9_VER_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM,

- ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-50
- Figura III-34** - Cenário PCM9_VER_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-51
- Figura III-35** - Cenário PCM9_VER_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-52
- Figura III-36** - Cenário PCM9_VER_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-53
- Figura III-37** - Cenário PCM9_VER_248_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-54
- Figura III-38** - Cenário PCM9_VER_248_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-55
- Figura III-39** - Cenário PCM9_VER_248_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-56
- Figura III-40** - Cenário PCM9_VER_248_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-57
- Figura III-41** - Cenário CM10_VER_420_60D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-CM10, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 420 m³ (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. III-58

- Figura III-42** - Cenário CM10_VER_420_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-CM10, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 420 m³ (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. III-59
- Figura III-43** - Cenário CM10_VER_420_60D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-CM10, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 420 m³ (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. III-60
- Figura III-44** - Cenário CM10_VER_420_60D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-CM10, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 420 m³ (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação..... III-61
- Figura III-45** - Cenário PCM1_DIESEL_INV_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-62
- Figura III-46** - Cenário PCM1_DIESEL_INV_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-63
- Figura III-47** - Cenário PCM1_DIESEL_INV_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.. III-64
- Figura III-48** - Cenário PCM1_DIESEL_INV_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.. III-65
- Figura III-49** - Cenário PCM1_DIESEL_INV_200_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo

DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-66

Figura III-50 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_200_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-67

Figura III-51 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_200_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-68

Figura III-52 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_200_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-69

Figura III-53 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-70

Figura III-54 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-71

Figura III-55 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-72

Figura III-56 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL,

- ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-73
- Figura III-57** - Cenário PCM1_INV_8_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-74
- Figura III-58** - Cenário PCM1_INV_8_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.. III-75
- Figura III-59** - Cenário PCM1_INV_8_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-76
- Figura III-60** - Cenário PCM1_INV_8_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-77
- Figura III-61** - Cenário PCM1_INV_200_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-78
- Figura III-62** - Cenário PCM1_INV_200_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-79
- Figura III-63** - Cenário PCM1_INV_200_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-80

- Figura III-64** - Cenário PCM1_INV_200_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-81
- Figura III-65** - Cenário PCM1_INV_207_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-82
- Figura III-66** - Cenário PCM1_INV_207_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-83
- Figura III-67** - Cenário PCM1_INV_207_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-84
- Figura III-68** - Cenário PCM1_INV_207_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-85
- Figura III-69** - Cenário PCM5_INV_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-86
- Figura III-70** - Cenário PCM5_INV_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-87
- Figura III-71** - Cenário PCM5_INV_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-

- PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-88
- Figura III-72** - Cenário PCM5_INV_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-89
- Figura III-73** - Cenário PCM9_INV_8_30D. (Fase: instalação/produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.. III-90
- Figura III-74** - Cenário PCM9_INV_8_30D. (Fase: instalação/produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.. III-91
- Figura III-75** - Cenário PCM9_INV_8_30D. (Fase: instalação/produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.. III-92
- Figura III-76** - Cenário PCM9_INV_8_30D. (Fase: instalação/produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.. III-93
- Figura III-77** - Cenário PCM9_INV_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-94
- Figura III-78** - Cenário PCM9_INV_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno

(junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

..... III-95

Figura III-79 - Cenário PCM9_INV_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-96

Figura III-80 - Cenário PCM9_INV_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-97

Figura III-81 - Cenário PCM9_INV_248_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

..... III-98

Figura III-82 - Cenário PCM9_INV_248_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

..... III-99

Figura III-83 - Cenário PCM9_INV_248_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação. III-100

Figura III-84 - Cenário PCM9_INV_248_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação..... III-101

Figura III-85 - Cenário CM10_INV_420_60D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 420 m³ (longo de 30 dias), após 60 dias de simulação..... III-102

Figura III-86 - Cenário CM10_INV_420_60D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM,

ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 420 m ³ (longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.	III-103
Figura III-87 - Cenário CM10_INV_420_60D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 420 m ³ (longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.	III-104
Figura III-88 - Cenário CM10_INV_420_60D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-CM10, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 420 m ³ (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.....	III-105
Figura III-89 - DET_PCM1_DIESEL_VER_500_30D. Cenário determinístico crítico para um derrame ocorrido durante o verão com óleo DIESEL, a partir do Ponto PCM1 no Campo Camorim.	III-113
Figura III-90 - Balanço de massa do cenário DET_PCM1_DIESEL_VER_500_30D.	III-113
Figura III-91 - DET_PCM1_200_VER_30D. Cenário determinístico crítico para um derrame ocorrido durante o verão com óleo cru, a partir do Ponto PCM1 no Campo Camorim.....	III-114
Figura III-92 - Balanço de massa do cenário DET_PCM1_200_VER_30D.	III-114
Figura III-93 - Cenário DET_PCM1_DIESEL_VER_500_30D. Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no início da simulação.	III-115
Figura III-94 - Cenário DET_PCM1_DIESEL_VER_500_30D. Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo 3 horas após o início da simulação.	III-116
Figura III-95 - Cenário DET_PCM1_DIESEL_VER_500_30D. Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no instante de primeiro toque na costa da simulação.....	III-117
Figura III-96 - DET_PCM1_DIESEL_INV_500_30D. Cenário determinístico crítico para um derrame ocorrido durante o inverno com óleo DIESEL, a partir do Ponto-PCM1 no Campo Camorim.	III-118
Figura III-97 - Balanço de massa do cenário DET_PCM1_DIESEL_INV_500_30D....	III-118
Figura III-98 - DET_PCM1_200_INV_30D. Cenário determinístico crítico para um derrame ocorrido durante o inverno com óleo cru, a partir do Ponto-PCM1 no Campo Camorim.....	III-119
Figura III-99 - Balanço de massa do cenário DET_PCM1_200_INV_30D.	III-119

- Figura III-100** - Cenário DET_PCM1_DIESEL_INV_500_30D Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no início da simulação. III-120
- Figura III-101** - Cenário DET_PCM1_DIESEL_INV_500_30D Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo 3 horas após o início da simulação..... III-121
- Figura III-102** - Cenário DET_PCM1_DIESEL_INV_500_30D Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no instante de primeiro toque na costa da simulação..... III-122
- Figura III-103** - DET_FREQ_CM10_VER_420_60D. Cenário determinístico para a condição mais frequente, para um derrame ocorrido durante o verão com óleo cru a partir do Ponto-CM10 no Campo Camorim. III-125
- Figura III-104** - Balanço de massa do cenário DET_FREQ_CM10_VER_420_60D. III-125
- Figura III-105** - DET_FREQ_CM10_INV_420_60D. Cenário determinístico para a condição mais frequente, para um derrame ocorrido durante o inverno com óleo cru, a partir do Ponto-CM10 no Campo Camorim..... III-126
- Figura III-106** - Balanço de massa do cenário DET_FREQ_CM10_INV_420_60D.. III-126

RESUMO

Este relatório apresenta uma revisão dos resultados da modelagem de transporte e dispersão de óleo no mar das atividades de Ampliação do Sistema de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás para o Campo Camorim, na Bacia de Sergipe-Alagoas, em atendimento ao Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA nº 312/11.

O sistema de modelos OILMAP da *Applied Science Associates (ASA), Inc.* foi utilizado para definir a área potencialmente ameaçada por derramamentos de óleo, decorrentes das atividades de instalação, produção e perfuração de poços petrolíferos marítimos, na área do Campo Camorim, a partir de simulações de derrame de óleo em um conjunto de quatro pontos de risco.

A região Nordeste do Brasil está submetida à Zona de Convergência Inter-Tropical (ZCIT), onde ventos oriundos do quadrante leste, denominados Alísios, se encontram e sofrem um processo de convecção. A localização da ZCIT, bem como a intensidade do processo convectivo, varia ao longo do ano e se relacionam com as precipitações no Norte e Nordeste do Brasil.

A Bacia de Sergipe-Alagoas está inserida na região da Bifurcação da Corrente Sul-Equatorial (BICSE), zona de formação das correntes do Brasil e Norte do Brasil. Na plataforma continental interna, as informações disponíveis são pontuais e indicam um padrão preferencial de escoamento para o quadrante sul (SW, S, SE), com algumas inversões para norte, principalmente no inverno. A partir do talude e em região oceânica, o escoamento é para NNE, associado à Corrente Norte do Brasil.

O campo de correntes característico dos padrões de circulação na região foi obtido através da implementação de uma base hidrodinâmica composta a partir de resultados de dois modelos numéricos elaborados para a Bacia de Sergipe-Alagoas: um modelo representando a dinâmica costeira e estuarina, e outro modelo representando a dinâmica de plataforma e talude continentais.

Foram simulados cenários probabilísticos de derrames de óleo, considerando quatro pontos de risco, com diferentes volumes e tipos de óleo na região do Campo Camorim.

As simulações probabilísticas foram conduzidas para determinar os intervalos de probabilidade da mancha atingir a área de estudo, utilizando como critério de parada o tempo de 30 dias após o final do vazamento. A partir dos resultados das simulações probabilísticas, foram selecionados os cenários determinísticos críticos para condições de verão e inverno, utilizando como critério o menor tempo de chegada do óleo na costa. Adicionalmente, foram simulados cenários determinísticos das condições meteorológicas e oceanográficas mais frequentes.

Os resultados da modelagem revelaram uma forte correlação entre as trajetórias das manchas simuladas e os padrões de circulação na região. O menor tempo de toque na costa foi de 5 horas, no município de Aracaju (SE), para ambos os períodos (verão e inverno). Na maioria dos cenários simulados a probabilidade de toque na costa não foi superior a 70%, porém para os cenários com volume de pior caso (*blowout*) há probabilidade de toque na costa entre 90-100%.

I INTRODUÇÃO

Com o objetivo de dar suporte a PETROBRAS nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) das atividades de Ampliação do Sistema de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás para o Campo Camorim, apresenta-se neste relatório a revisão da modelagem computacional da trajetória e intemperismo de óleo no mar para potenciais acidentes com derrame de óleo. Esta revisão foi realizada para atendimento das solicitações do Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA nº 312/11.

As modelagens foram conduzidas através da utilização de um sistema de modelos conhecido como OILMAP, desenvolvido pela **Applied Science Associates (ASA), Inc.** A **ASA** tem mais de 30 anos de experiência com utilização de ferramentas computacionais para estudos de impacto ambiental causado por acidentes com petróleo.

Para estudos de modelagem como o realizado neste trabalho, são necessários: (a) um conhecimento detalhado das características geomorfológicas do local (morfologia da linha de costa e fundo oceânico)¹, (b) padrões de circulação local e em larga escala, (c) séries temporais de vento de longa duração e (d) caracterização físico-química dos óleos que serão simulados.

Para a modelagem de transporte da mancha de óleo foram utilizados dois conjuntos de dados de vento provenientes: do METAR², medidos no Aeroporto de Aracaju, e de Reanálise dos modelos meteorológicos NCEP/NCAR³. Estes dados foram interpolados para gerar um campo de ventos variável no tempo e no espaço, compondo o padrão local (*i.e.*, brisa marinha, METAR) com o padrão costeiro de plataforma (NCEP).

O campo de correntes característico dos padrões de circulação na região foi obtido a partir da composição dos resultados de dois modelos hidrodinâmicos

¹ Dados provenientes das cartas náuticas da DHN números 1, 60, 800, 900, 910, 920, 930, 1.000 e 1.002, complementados com imagens de satélite.

² *METeorological Aerodrome Report*. Obtido a partir do web site <http://www.redemet.aer.mil.br/>. Último acesso em junho de 2010.

³ Dados de Reanálise do *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP) e *National Center for Atmospheric Research* (NCAR), fornecidos por *NOAA/OAR/ESRL PSD, Boulder, Colorado, EUA*, a partir do Web site <http://www.cdc.noaa.gov/>. Último acesso em junho de 2010.

elaborados para representar a dinâmica de pequena escala (região costeira e estuarina) e de meso-escala (plataforma e talude continentais). O modelo numérico implementado para resolver a dinâmica da região costeira e estuarina foi o ORTHOHYDRO, desenvolvido pela **Applied Science Associates (ASA), Inc.** O modelo hidrodinâmico implementado para resolver a dinâmica da plataforma e talude continentais foi baseado no *Princeton Ocean Model* (POM).

O Capítulo I, além de discutir os propósitos do estudo, fornece informações sobre a área de estudo. O Capítulo II descreve o modelo OILMAP utilizado na modelagem dos cenários acidentais de óleo, apresenta os cenários simulados, suas características e os dados de entrada. Os resultados das simulações probabilísticas e determinísticas são apresentados no Capítulo III. Por fim, o Capítulo IV apresenta as considerações finais do estudo. Em complementação, no Anexo A apresenta-se a descrição do modelo OILMAP.

As características meteorológicas e oceanográficas da região de estudo, incluindo a análise dos dados disponíveis, foram apresentadas nos itens II.5.1.1 (Meteorologia) e II.5.1.2 (Oceanografia) da revisão do Diagnóstico do Meio Físico. Enquanto a descrição dos modelos hidrodinâmicos implementados e a avaliação da modelagem hidrodinâmica através da comparação de seus resultados com dados observacionais são referentes ao Relatório de Modelagem Hidrodinâmica Composta da Área Geográfica SEAL Raso (ASA, 2009).

I.1 ÁREA DE ESTUDO

A costa do Estado de Sergipe está localizada na plataforma continental nordeste do Brasil, em um trecho de costa retilínea com pequenas barras de rios, riachos e restingas. Na costa entre Alagoas e Sergipe localiza-se o delta do Rio São Francisco, gerado por sedimentos projetados ao mar pelo rio (Ab'Saber, 2001).

A área de estudo é a região onde se localiza o Campo Camorim, incluindo a região costeira adjacente, onde se encontram os estuários dos Rios Sergipe e Vaza-Barris, como mostra a figura I-1. Nesta figura observa-se, também, a

delimitação do Campo Camorim e a localização dos quatro pontos de risco selecionados para a modelagem.

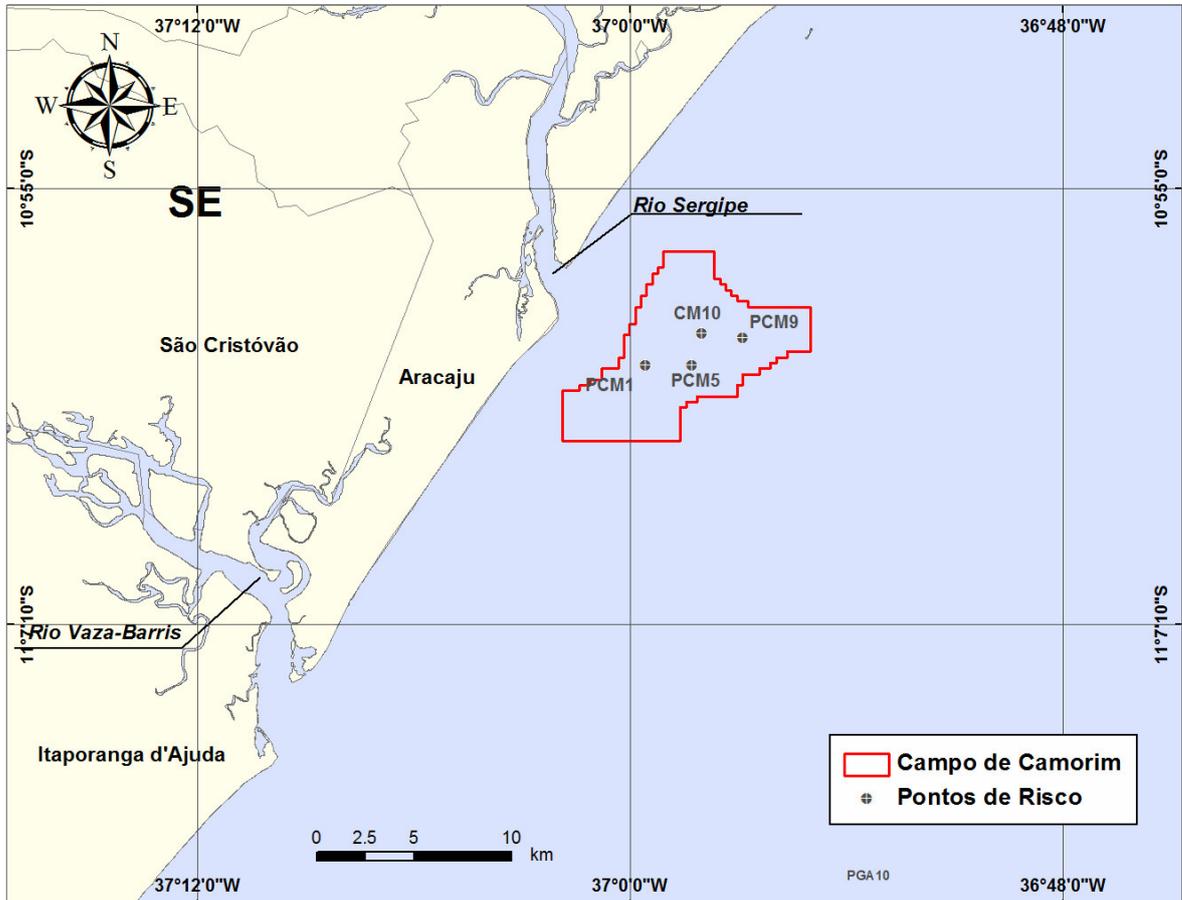


Figura I-1 - Localização da área de estudo e dos pontos de risco para a modelagem de óleo.

II MODELAGEM DE DERRAME DE ÓLEO

Na modelagem de derrame de petróleo foi utilizado o modelo OILMAP, desenvolvido pela **ASA**. Este modelo é uma ferramenta utilizada para o acompanhamento e previsão do deslocamento e transformações químicas de qualquer tipo de óleo derramado em acidentes com petróleo. A descrição completa do modelo encontra-se no Anexo A.

II.1 DADOS DE ENTRADA

Os conjuntos de dados de entrada e parâmetros do modelo que definem um cenário são:

- ✓ localização geográfica do ponto de derrame;
- ✓ data e horário;
- ✓ duração do derrame;
- ✓ volume derramado;
- ✓ tipo de óleo;
- ✓ duração da simulação;
- ✓ opções de resposta (*e.g.*, barreiras, sobrevoo, dispersantes);
- ✓ campo de correntes;
- ✓ arquivo de dados meteorológicos;
- ✓ opções de saída;
- ✓ parâmetros de simulação.

Os resultados de cada simulação correspondem, então, a um único cenário, definido pelo arquivo de entrada de dados e parâmetros do modelo.

II.1.1 Dados de Vento

Na modelagem de deriva de óleo foram utilizados dois conjuntos de dados de vento (figura II-1) referentes ao período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2002, provenientes de:

- Reanálise do NCEP/NCAR (padrão costeiro), com uma resolução espacial de 2,5º, cujo quadrilátero está centrado nas coordenadas 10,5ºS e 35,6ºW (*datum Spherical Earth*);
- METAR/INFRAERO (padrão local), medidos no Aeroporto de Aracaju, nas coordenadas 10º59'S e 37º04'W (*datum WGS84*).

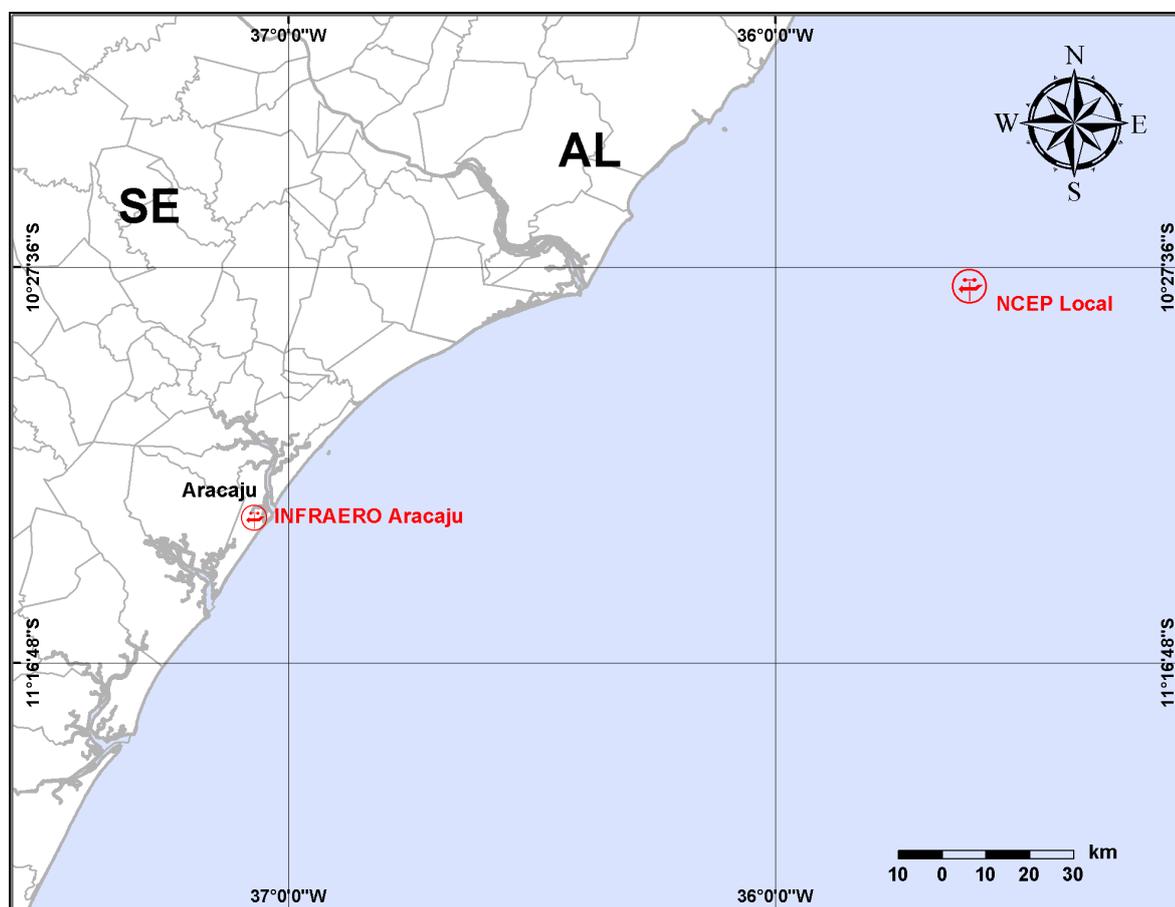


Figura II-1 - Localização dos dados de vento utilizados na modelagem de óleo.

Para sua utilização na modelagem, estes dados foram espacialmente interpolados pelo modelo OILMAP⁴, gerando um campo de ventos variável no tempo e no espaço. A seguir, são apresentadas análises estatísticas dos ventos NCEP/NCAR e do METAR de Aracaju, a fim de caracterizar as diferentes condições sazonais.

A figura II-2 apresenta o diagrama tipo *stick plot* dos valores médios diários dos dados de vento NCEP/NCAR para o período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2002.

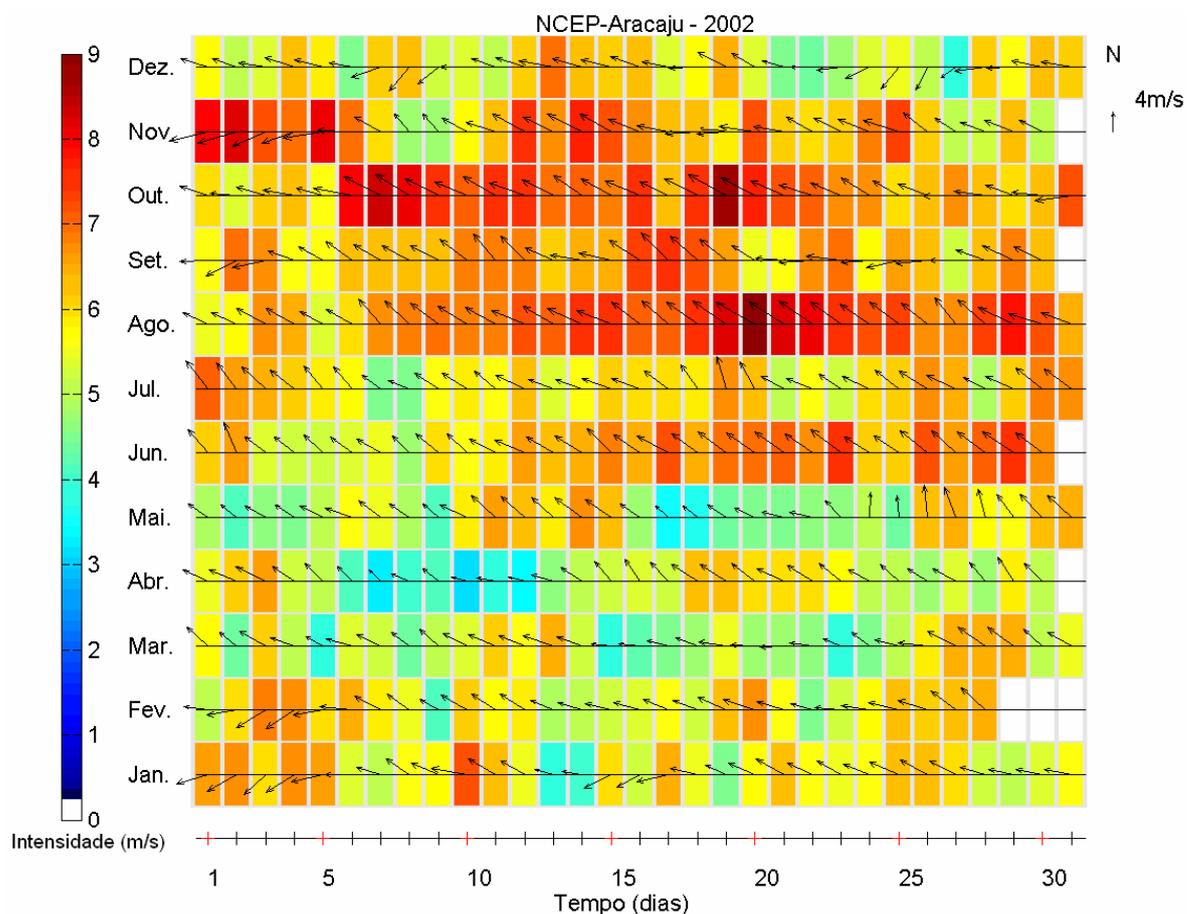
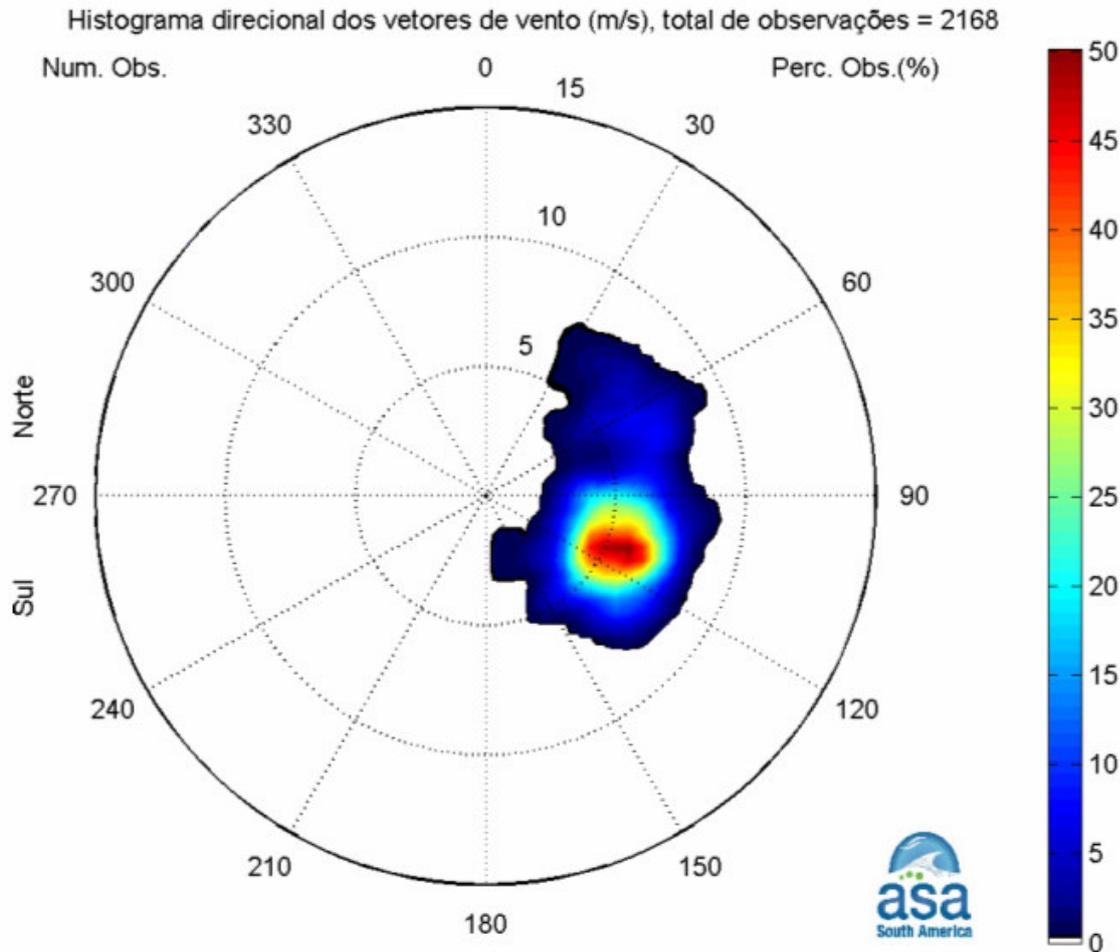


Figura II-2 - Diagrama *stick plot* dos valores médios diários de dados de vento NCEP durante o período de 1º janeiro a dezembro de 2002, na posição 10,5ºS e 35,6ºW. A barra de cores lateral indica a intensidade dos vetores (convenção vetorial).

⁴ Na posição geográfica referente a cada dado de vento, utiliza-se o valor do próprio dado e entre um ponto e outro, a interpolação é linear espacialmente.

As figuras II-3 e II-4 apresentam os histogramas direcionais dos dados de vento NCEP, para os períodos de verão e inverno, respectivamente. Observa-se que, durante o período de verão, os ventos mais frequentes são provenientes de leste-sudeste, e no inverno existe uma maior frequência de ventos oriundos de sudeste.



Direção em graus a partir do norte geográfico - convenção meteorológica

Figura II-3 - Histograma direcional dos vetores de vento NCEP para o verão (janeiro a março de 2002), na posição 10,5°S e 35,6°W. Os círculos concêntricos indicam a intensidade do vetor de vento (m/s), enquanto que a barra de cores (lateral) indica a porcentagem de incidência. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica.

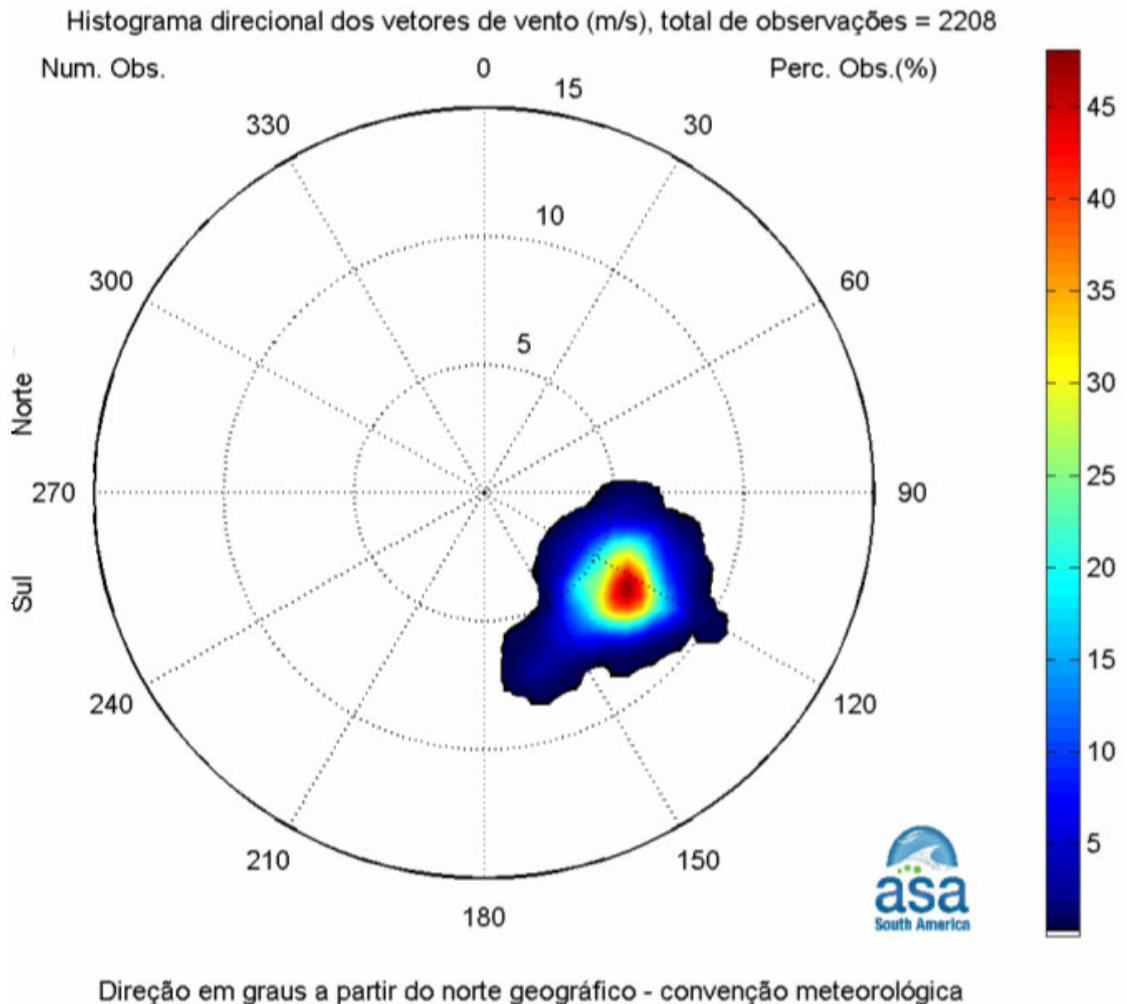


Figura II-4 - Histograma direcional dos vetores de vento NCEP para o inverno (junho a agosto de 2002), na posição 10,5°S e 35,6°W. Os círculos concêntricos indicam a intensidade do vetor de vento (m/s), enquanto que a barra de cores (lateral) indica a percentagem de incidência. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica.

A tabela II-1 apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento NCEP para o período de verão. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções ESE (50,2%) e E (22,8%). Os ventos com velocidades médias máximas (6,4 m/s) vieram de ENE e NNE. Enquanto os ventos mais intensos registrados foram provenientes de ENE (8,5 m/s), além de E e ESE (8,3 m/s).

Tabela II-1 - Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção (º) do vento NCEP (10,5ºS e 35,6ºW) para o período de verão (janeiro a março de 2002). A direção é medida em graus a partir do norte geográfico e segue a convenção meteorológica.

Veloc. (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Tot.	Perc.	Dir. Méd.
2,0- 2,5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,1	155
2,5- 3,0	0	0	0	0	5	7	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	23	1,1	125
3,0- 3,5	0	0	0	0	16	22	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	47	2,2	107
3,5- 4,0	0	0	3	4	37	41	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	5,0	105
4,0- 4,5	0	0	2	5	61	130	32	3	0	0	0	0	0	0	0	0	233	10,7	109
4,5- 5,0	0	0	6	2	65	124	71	3	0	0	0	0	0	0	0	0	271	12,5	113
5,0- 5,5	0	1	9	16	75	156	51	3	0	0	0	0	0	0	0	0	311	14,3	107
5,5- 6,0	0	1	5	16	78	183	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	322	14,9	107
6,0- 6,5	0	0	13	29	77	185	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	340	15,7	104
6,5- 7,0	0	1	12	36	47	128	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256	11,8	102
7,0- 7,5	0	2	15	27	13	82	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165	7,6	101
7,5- 8,0	0	0	5	17	15	25	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	3,3	96
8,0- 8,5	0	0	0	4	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,6	91
Total	0	5	70	156	494	1087	336	16	0	0	0	0	0	0	0	0	2164		
Porc.	-	0,2	3,2	7,2	22,8	50,2	15,5	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-			
Vel. Méd.	-	6,4	6,2	6,4	5,4	5,6	5,4	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-			
Vel. Max.	-	7,1	7,7	8,5	8,3	8,3	7,8	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-			
Perct. (0,9)	-	7,0	7,0	7,5	6,5	7,0	7,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-			

A tabela II-2 apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento NCEP para o período de inverno. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções SE (48,2%) e ESE (45,7%). Os ventos com velocidades médias máximas vieram de S (6,9 m/s) e SSE (6,6 m/s); e os ventos mais intensos registrados foram de ESE (10,0 m/s).

Tabela II-2 - Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção (º) do vento NCEP (10,5ºS e 35,6ºW) para o período de inverno (junho a agosto de 2002). A direção é medida em graus a partir do norte geográfico e segue a convenção meteorológica.

Veloc. (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Tot.	Perc.	Dir. Méd.
3,0- 3,5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0	114
3,5- 4,0	0	0	0	0	0	8	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0,9	125
4,0- 4,5	0	0	0	0	0	17	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	1,3	124
4,5- 5,0	0	0	0	0	4	50	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	5,3	124
5,0- 5,5	0	0	0	0	7	107	110	1	0	0	0	0	0	0	0	0	225	10,2	124
5,5- 6,0	0	0	0	0	8	142	119	16	0	0	0	0	0	0	0	0	285	12,9	124
6,0- 6,5	0	0	0	0	6	186	186	22	2	0	0	0	0	0	0	0	402	18,2	126
6,5- 7,0	0	0	0	0	1	198	215	26	3	0	0	0	0	0	0	0	443	20,1	126
7,0- 7,5	0	0	0	0	0	126	188	28	3	0	0	0	0	0	0	0	345	15,6	128
7,5- 8,0	0	0	0	0	1	75	112	6	0	0	0	0	0	0	0	0	194	8,8	126
8,0- 8,5	0	0	0	0	1	60	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	4,0	120
8,5- 9,0	0	0	0	0	0	29	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	2,0	123
9,0- 9,5	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,3	123
9,5-10,0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,2	120
Total	0	0	0	0	28	1008	1062	99	8	0	0	0	0	0	0	0	2205		
Porc.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	45,7	48,2	4,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Vel. Méd.	-	-	-	-	5,8	6,5	6,4	6,6	6,9	-	-	-	-	-	-	-			
Vel. Max.	-	-	-	-	8,1	10,0	9,2	7,9	7,4	-	-	-	-	-	-	-			
Perct. (0,9)	-	-	-	-	6,4	7,5	7,5	7,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-			

A figura II-5 apresenta o diagrama tipo *stick plot* dos valores médios diários dos dados de vento METAR Aracaju para o período de 1º de outubro de 2001 a 30 de setembro de 2002.

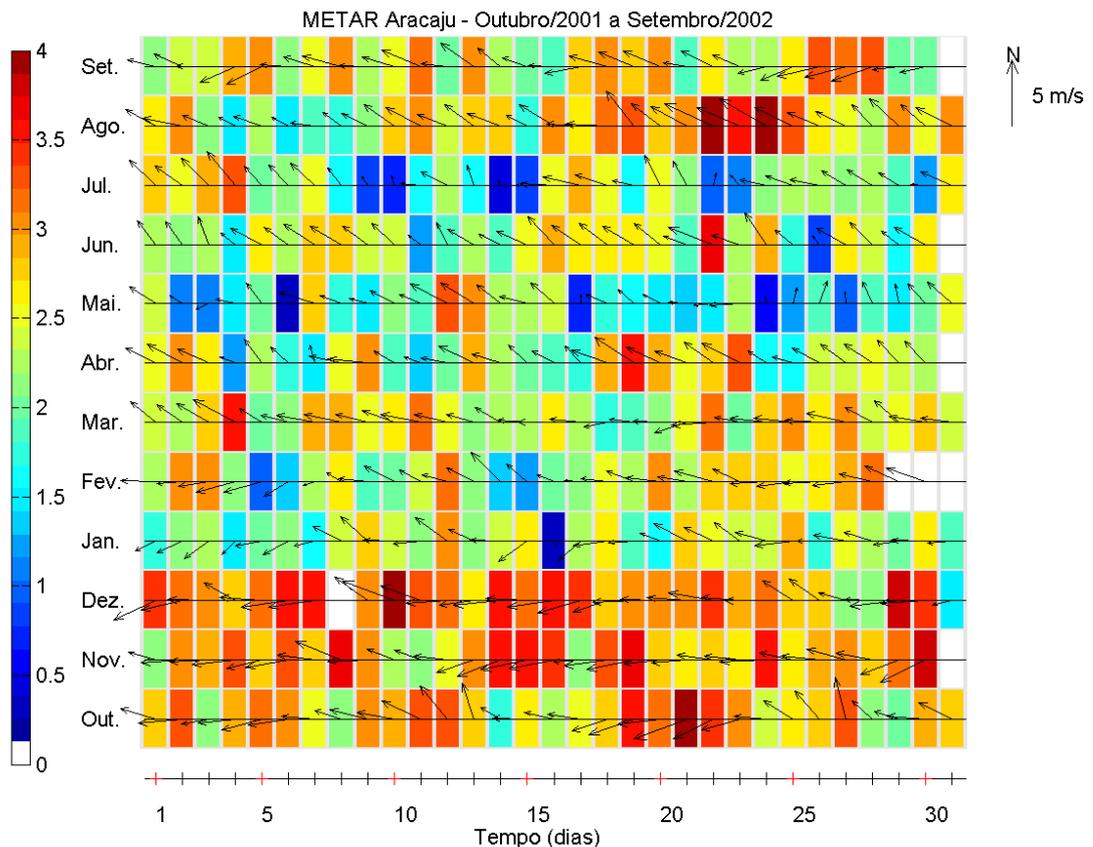


Figura II-5 - Diagrama stick plot dos valores médios diários de dados de vento INFRAERO Aracaju durante o período de 1^o outubro de 2001 a 30 de setembro de 2002, na posição 10^o59'S e 37^o04'W. A barra de cores lateral indica a intensidade dos vetores (convenção vetorial).

As figuras II-6 e II-7 apresentam os histogramas direcionais dos dados de vento METAR de Aracaju, para os períodos de verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto) de 2002, respectivamente. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. A intensidade é apresentada em (m/s) e a escala de cores representa o número de observações (N.Obs.). Observa-se que, durante o período de verão, os ventos mais frequentes são provenientes de leste; no inverno existe uma maior frequência de ventos oriundos de leste-sudeste. Pode-se observar, ainda, que, diferentemente do vento NCEP apresentado acima, existem ventos oriundos do quadrante oeste, indicando a presença da brisa marinha. A brisa marinha é formada pelas diferenças de temperatura do continente e da superfície do mar, sendo um fenômeno de abrangência restrito à região costeira. Por esta razão, utilizou-se

uma combinação dos ventos NCEP com METAR, gerando, assim, um campo de ventos que contém tanto o sinal da brisa marinha próximo ao continente, quanto um padrão de ventos da região de plataforma.

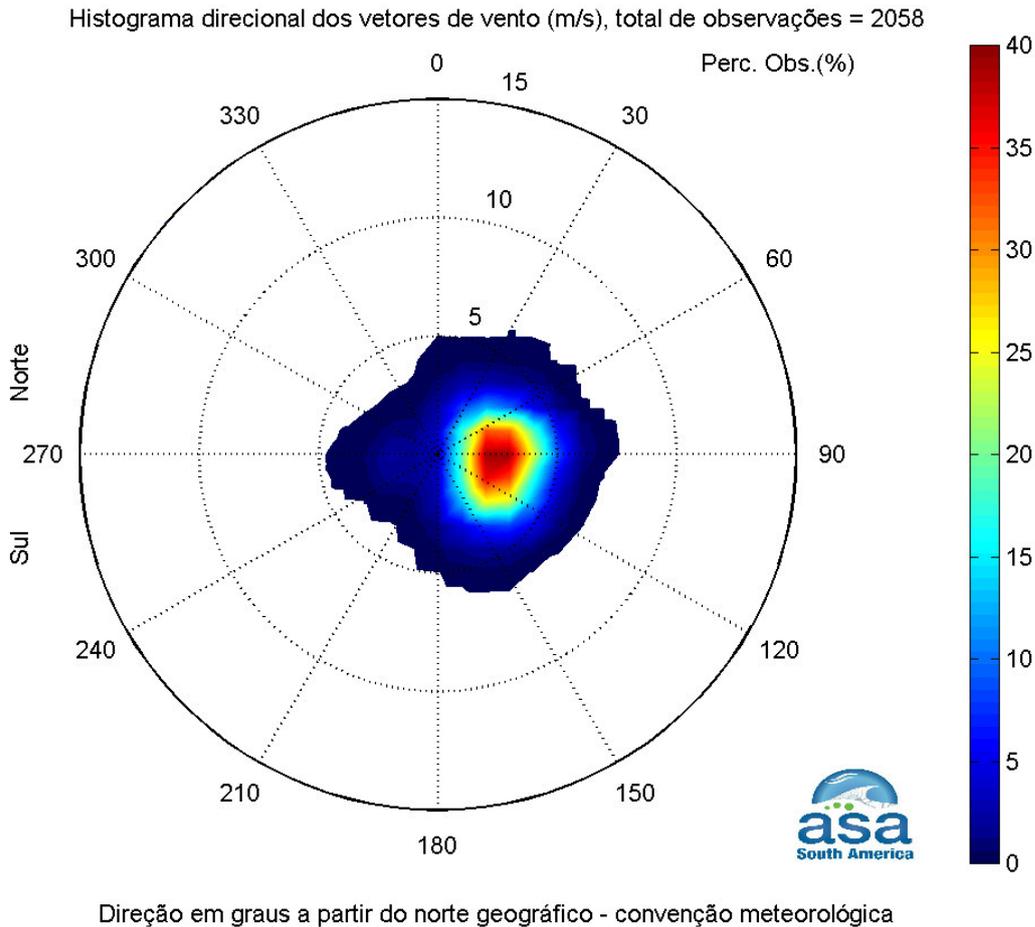
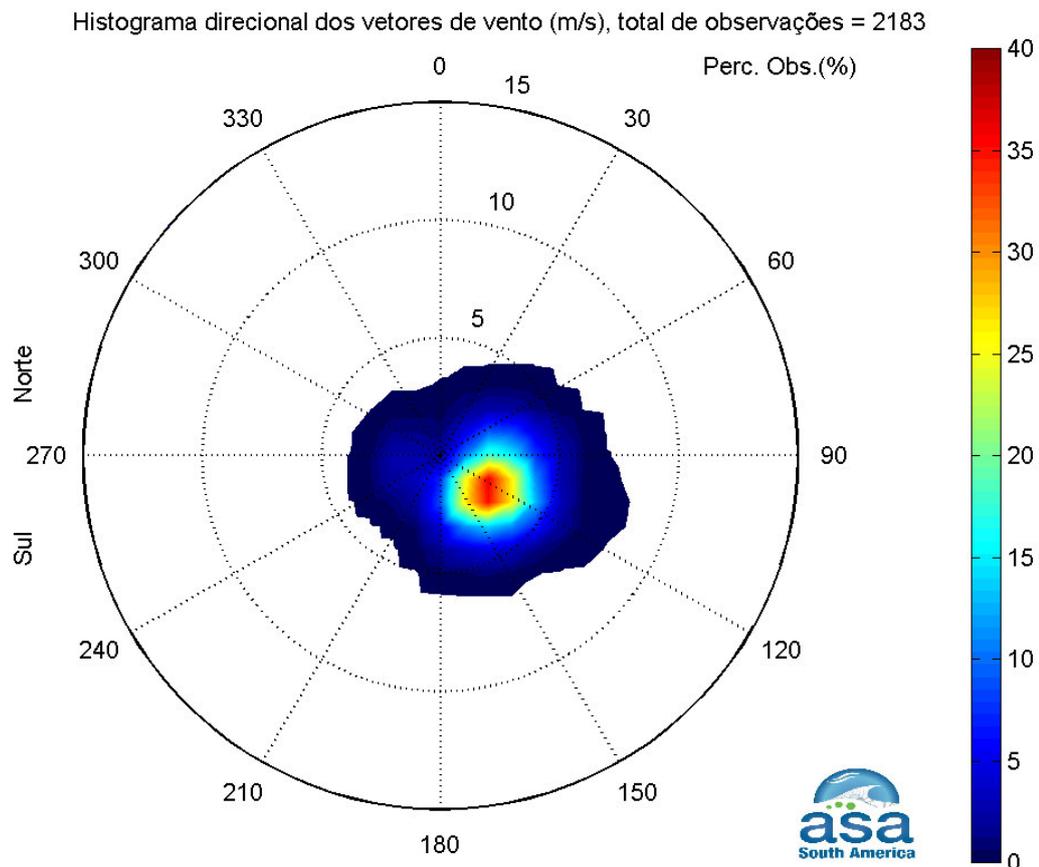


Figura II-6 - Histograma direcional dos vetores de vento INFRAERO Aracaju para o verão (janeiro a março de 2002), na posição 10°59'S e 37°04'W. Os círculos concêntricos indicam a intensidade do vetor de vento (m/s), enquanto que a barra de cores (lateral) indica a porcentagem de incidência. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica.



Direção em graus a partir do norte geográfico - convenção meteorológica

Figura II-7 - Histograma direcional dos vetores de vento INFR AERO Aracaju para o inverno (junho a agosto de 2002), na posição $10^{\circ}59'S$ e $37^{\circ}04'W$. Os círculos concêntricos indicam a intensidade do vetor de vento (m/s), enquanto que a barra de cores (lateral) indica a porcentagem de incidência. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica.

A tabela II-3 apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento METAR de Aracaju para o período de verão. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções E (39,2%) e ESE (26%). Os ventos com velocidades médias máximas vieram de ESE (2,9 m/s) e SSE (2,8 m/s); e os ventos mais intensos registrados (5,1 m/s) foram de ENE, E, ESE, SE e SSE.

Tabela II-3 - Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção (º) do vento METAR Aracaju (10º59'S e 37º04'W) para o período de verão (janeiro a março de 2002). A direção é medida em graus a partir do norte geográfico e segue a convenção meteorológica.

Veloc. (m/s)	D I R E Ç Ã O																Tot.	Perc.	Dir.Méd.								
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW											
0.0- 1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0- 2.0	3	38	33	64	126	52	22	10	4	7	5	13	24	34	3	0	0	438	21.3	80							
2.0- 3.0	6	20	13	103	292	170	52	21	5	2	0	1	7	1	0	0	693	33.7	96								
3.0- 4.0	2	13	5	53	269	221	51	22	6	0	0	0	2	0	0	0	644	31.3	102								
4.0- 5.0	1	2	3	28	110	83	20	12	0	0	0	0	0	0	0	0	259	12.6	102								
5.0- 6.0	0	0	0	1	10	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22	1.1	104								
Total	12	73	54	249	807	535	146	66	15	9	5	14	33	35	3	0	2056										
Porc.	0.6	3.6	2.6	12.1	39.3	26.0	7.1	3.2	0.7	0.4	0.2	0.7	1.6	1.7	0.1	0.0											
Vel. méd.	2.2	1.9	1.8	2.4	2.7	2.9	2.7	2.8	2.3	1.4	1.0	1.2	1.4	1.1	1.0												
Vel. máx.	4.1	4.1	4.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	3.6	2.1	1.0	2.1	3.1	2.1	1.0	0.0											
Perct.(0.9)	3.3	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	1.0	1.1	2.0	1.0	1.0												

A tabela II-4 apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento Infraero de Aracaju para o período de inverno. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções ESE (35,9%) e E (17,7%). Os ventos com velocidades médias máximas vieram de ESE (2,9 m/s) e SE (2,8 m/s); os ventos mais fortes intensos (6,2 m/s) foram provenientes de ESE, SE e E.

Tabela II-4 - Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção (º) do vento METAR Aracaju (10º59'S e 37º04'W) para o período de inverno (junho a agosto de 2002). A direção é medida em graus a partir do norte geográfico e segue a convenção meteorológica.

Veloc. (m/s)	D I R E Ç Ã O																Tot.	Perc.	Dir.Méd.							
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW										
0.0- 1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0- 2.0	1	20	6	20	79	79	52	43	45	23	12	24	50	30	1	1	486	22.3	140							
2.0- 3.0	1	6	0	19	145	285	119	111	37	4	1	3	3	0	1	0	735	33.7	122							
3.0- 4.0	0	1	2	18	110	270	131	84	24	1	0	2	0	1	0	0	644	29.5	122							
4.0- 5.0	0	0	0	8	40	116	62	32	5	0	0	0	0	0	0	0	263	12.0	121							
5.0- 6.0	0	0	0	0	10	29	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	46	2.1	115							
6.0- 7.0	0	0	0	0	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.3	116							
Total	2	27	8	65	386	783	369	273	111	28	13	29	53	31	2	1	2181									
Porc.	0.1	1.2	0.4	3.0	17.7	35.9	16.9	12.5	5.1	1.3	0.6	1.3	2.4	1.4	0.1	0.0										
Vel. méd.	1.5	1.4	1.6	2.4	2.6	2.9	2.8	2.6	2.1	1.4	1.2	1.4	1.2	1.2	1.5	1.0										
Vel. máx.	2.1	3.1	3.6	4.6	6.2	6.2	6.2	5.1	4.6	3.1	2.1	3.1	2.1	3.1	2.1	1.0										
Perct.(0.9)	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	1.2	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0										

II.1.2 Campos de Correntes

Os campos de correntes utilizados na modelagem do transporte e dispersão de óleo foram gerados a partir da modelagem hidrodinâmica, como descrito em ASA (2009). Para avaliar a sazonalidade das forçantes ambientais nos padrões de circulação e transporte, foram definidos dois campos hidrodinâmicos representativos dos períodos de verão (janeiro a março) e de inverno (junho a agosto).

Para a elaboração dos cenários de deriva para acidentes com petróleo no Campo Camorim foi definida uma grade *land-water* com dimensões de 500x500 pontos (figura II-8).

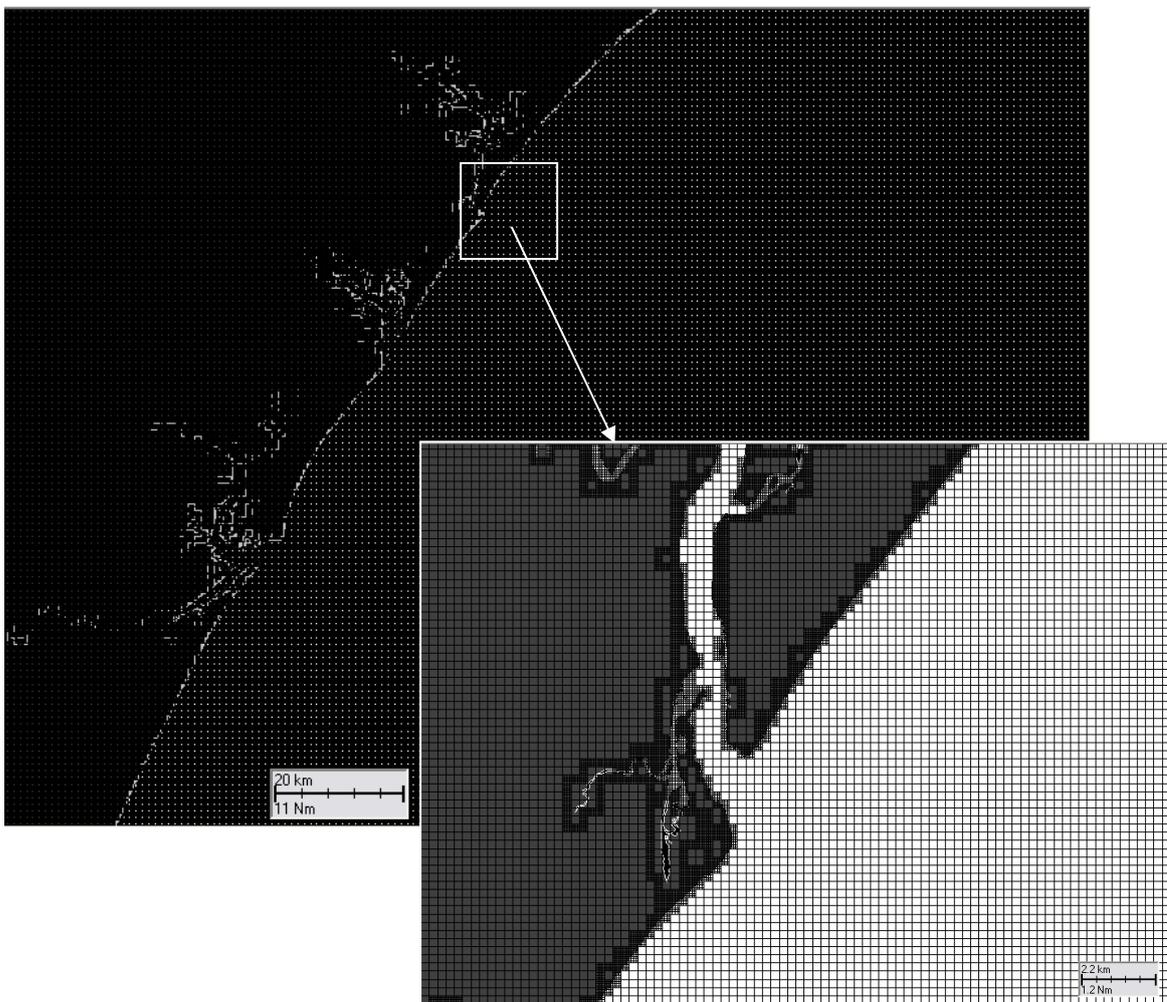


Figura II-8 - Grade definindo os contornos de terra (grade land-water) para a modelagem de deriva de óleo no Campo Camorim.

II.1.3 Pontos de Risco e Volumes

A posição geográfica dos pontos de risco foi definida de modo a representar os locais onde se desenvolverão as atividades de instalação e produção da PETROBRAS no Campo Camorim, na Bacia de Sergipe-Alagoas, conforme apresentado na figura I-1 do Item I.1.

As tabelas II-5, II-6 e II-7 listam os pontos de risco considerados na modelagem, tipos de óleos, volumes de derrames simulados (pequeno, médio e/ou pior caso), a fase do processo (instalação/perfuração/produção) associada ao ponto de risco, suas coordenadas geográficas e a distância em relação à costa.

Tabela II-5 - Características e coordenadas geográficas (SAD 69) dos pontos de risco para a Fase de Instalação.

PONTOS DE RISCO	LATITUDE	LONGITUDE	PRODUTO (ÓLEO)	VOLUMES (m ³)	DISTÂNCIA DA COSTA (km)
PCM1	10°59'36,56"S	36°59'35,57"W	Diesel	8,0	4,9
				200,0	
				500,0	
PCM9	36°56'53,35"S	10°59'11,55"W	Camorim	8,0	7,2
				200,0	
PCM5	36°58'18,34"S	10°59'56,54"W	Camorim	200,0	9,3

Fonte: PETROBRAS

Tabela II-6 - Características e coordenadas geográficas (SAD 69) dos pontos de risco para a Fase de Produção.

PONTOS DE RISCO	LATITUDE	LONGITUDE	PRODUTO (ÓLEO)	VOLUMES (m ³)	DISTÂNCIA DA COSTA (km)
PCM1	10°59'36,56"S	36°59'35,57"W	Camorim	8,0	4,9
				200,0	
				207,0	
PCM9	36°56'53,35"S	10°59'11,55"W	Camorim	8,0	7,2
				248,0	
CM10	10°59'02,63"S	36°57'59,87"W	Camorim	420,0	7,4

Fonte: PETROBRAS

Tabela II-7 - Características e coordenadas geográficas (SAD 69) dos pontos de risco para a Fase de Perfuração.

PONTOS DE RISCO	LATITUDE	LONGITUDE	PRODUTO (ÓLEO)	VOLUMES (m ³)	DISTÂNCIA DA COSTA (km)
PCM1	10°59'36,56"S	36°59'35,57"W	Diesel	8,0	4,9
				200,0	
				500,0	

Fonte: PETROBRAS

Os volumes considerados na modelagem foram calculados levando em consideração a fase (instalação/perfuração/produção) de cada ponto de risco. Para todas as operações foram estudadas as hipóteses acidentais, e seus possíveis volumes de derrame calculados conforme as diretrizes da Resolução CONAMA nº 398/08 (Brasil, 2008). De acordo com a CONAMA, o estudo deve contemplar simulações com volumes de derrame pequeno (8 m³), médio (200 m³) e de pior caso, correspondente ao maior volume de derrame que possa ocorrer superior a 200 m³. Para os cenários de pior caso, o volume deve ser calculado de acordo com o tipo de acidente. No caso de a hipótese acidental não possuir volume superior ao volume médio, este cenário e o cenário de pior caso podem ser subtraídos das simulações.

Como o cálculo dos volumes de derrame pequeno e médio é independente do tipo de acidente (8m³ e 200 m³, respectivamente), alguns dos cenários com derrame de volume pequeno e médio contemplaram ambas as fases do projeto, uma vez que na mesma localização poderão ocorrer operações de instalação, perfuração e produção.

Para os volumes de pior caso (*blowout*) para o ponto CM10 foram realizados vazamentos contínuos ao longo de 30 dias e simulados por 60 dias. Para todos os outros cenários considerou-se o vazamento do óleo no instante inicial, ou seja, de forma instantânea.

II.1.4 Características dos Produtos Utilizados

Com base nas informações disponíveis para a área em estudo foram realizadas simulações com os óleos que ocorrem nos campos, mais simulações

com óleo diesel, devido a possíveis acidentes com embarcações. A tabela II-8 apresenta os tipos de óleos utilizados nas simulações e seus respectivos campos de ocorrência dentro da área de estudo.

Tabela II-8 - Tipos de óleo utilizados na modelagem.

ÓLEO	CAMPO/BLOCO	API
Diesel	Camorim	39,1
Camorim	Camorim	28,5

Fonte: PETROBRAS.

As propriedades utilizadas para a caracterização do óleo diesel, adotado no Campo Camorim, foram baseadas no banco de dados da **ASA**. Para caracterizar os óleos do Campo Camorim, foram utilizadas propriedades baseadas nos valores reportados no Banco de Dados de Avaliações de Petróleo da PETROBRAS, complementadas com informações do banco de dados da **ASA**. As características definidas para os óleos adotadas nas simulações são apresentadas nas tabelas II-9 e II-10.

Tabela II-9 - Características do óleo tipo Diesel.

PARÂMETRO	VALOR
Nome do óleo	Diesel
Densidade a 20°C (g/cm ³)	0,8292
Viscosidade dinâmica a 25°C (cP)	11,50
Espessura mínima (mm)	0,10
Tensão interfacial (din/cm)	30,00
Conteúdo máximo de água para formar emulsões (%)	0,00
Ponto de ebulição inicial	508,20
Gradiente da curva de evaporação	129,69
Constante de evaporação A	20,30
Constante de evaporação B	18,10

Fonte: ASA.

Tabela II-10 - Características do óleo tipo Camorim.

PARÂMETRO	VALOR
Nome do óleo	Camorim
Densidade a 20°C (g/cm ³)	0,8807**
Viscosidade dinâmica a 25°C (cP)	30,686***
Espessura mínima (mm)	0,10***
Tensão interfacial (din/cm)	30,00*
Conteúdo máximo de água para formar emulsões (%)	70,00*
Ponto de ebulição inicial	384,20*
Gradiente da curva de evaporação	494,21*
Constante de evaporação A	8,00*
Constante de evaporação B	12,50*

Fonte: * ASA.

** PETROBRAS

*** Calculado através de informações fornecidas pela PETROBRAS

II.2 CRITÉRIOS DE PARADA ADOTADOS NAS SIMULAÇÕES

Como critério de parada foi adotado o tempo de 30 dias após o final do vazamento, conforme a Nota Técnica nº 02/2009/CGPEC/DILIC (IBAMA, 2009). Nas simulações realizadas com vazamento de óleo instantâneo, o tempo de duração das simulações foi de 30 dias, enquanto nas simulações realizadas com vazamento de óleo contínuo (*blowout*), em que o vazamento ocorre durante 30 dias, o tempo de duração das simulações foi de 60 dias.

II.3 RESUMO DOS CENÁRIOS SIMULADOS

As simulações probabilísticas foram realizadas através da variação aleatória do momento de início do derrame dentro do período para o qual foi elaborado o modelo hidrodinâmico (1º de janeiro a 31 de dezembro de 2002), divididas em dois períodos correspondendo ao verão (janeiro a março) e ao inverno (junho a agosto). Para que se pudesse incorporar a variabilidade das forçantes meteorológicas e oceanográficas, foi realizada com o modelo OILMAP uma série de 400 simulações em cada cenário probabilístico. A tabela II-11 apresenta os

cenários simulados neste estudo. Como as atividades da PETROBRAS a serem realizadas nos campos de Camorim, Dourado e Guaricema contemplam as etapas de instalação, perfuração e produção, os cenários simulados podem ocorrer em qualquer um destes momentos (ver tabelas II-5 a II-7).

Tabela II-11 - Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames de óleo para o Campo Camorim.

CENÁRIO	CAMPO	VOLUME (m ³)	PRODUTO (PETÓLEO)	CONDIÇÃO SAZONAL	DURAÇÃO DO DERRAME	DURAÇÃO DA SIMULAÇÃO
PCM1_DIESEL_VER_8_30D	CAMORIM	8	DIESEL	Verão	Instantâneo	30 dias
PCM1_DIESEL_VER_200_30D	CAMORIM	200	DIESEL	Verão	Instantâneo	30 dias
PCM1_DIESEL_VER_PC_30D	CAMORIM	500	DIESEL	Verão	Instantâneo	30 dias
PCM1_VER_8_30D	CAMORIM	8	CAMORIM	Verão	Instantâneo	30 dias
PCM1_VER_200_30D	CAMORIM	200	CAMORIM	Verão	Instantâneo	30 dias
PCM1_VER_207_30D	CAMORIM	207	CAMORIM	Verão	Instantâneo	30 dias
PCM5_VER_200_30D	CAMORIM	200	CAMORIM	Verão	Instantâneo	30 dias
PCM9_VER_8_30D	CAMORIM	8	CAMORIM	Verão	Instantâneo	30 dias
PCM9_VER_200_30D	CAMORIM	200	CAMORIM	Verão	Instantâneo	30 dias
PCM9_VER_248_30D	CAMORIM	248	CAMORIM	Verão	Instantâneo	30 dias
CM10_VER_420_60D	CAMORIM	420	CAMORIM	Verão	30 dias	60 dias
PCM1_DIESEL_INV_8_30D	CAMORIM	8	DIESEL	Inverno	Instantâneo	30 dias
PCM1_DIESEL_INV_200_30D	CAMORIM	200	DIESEL	Inverno	Instantâneo	30 dias
PCM1_DIESEL_INV_PC_30D	CAMORIM	500	DIESEL	Inverno	Instantâneo	30 dias
PCM1_INV_8_30D	CAMORIM	8	CAMORIM	Inverno	Instantâneo	30 dias
PCM1_INV_200_30D	CAMORIM	200	CAMORIM	Inverno	Instantâneo	30 dias
PCM1_INV_207_30D	CAMORIM	207	CAMORIM	Inverno	Instantâneo	30 dias
PCM5_INV_200_30D	CAMORIM	200	CAMORIM	Inverno	Instantâneo	30 dias
PCM9_INV_8_30D	CAMORIM	8	CAMORIM	Inverno	Instantâneo	30 dias
PCM9_INV_200_30D	CAMORIM	200	CAMORIM	Inverno	Instantâneo	30 dias
PCM9_INV_248_30D	CAMORIM	248	CAMORIM	Inverno	Instantâneo	30 dias
CM10_INV_420_60D	CAMORIM	420	CAMORIM	Inverno	30 dias	60 dias

III RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DE DERRAME DE ÓLEO

Os resultados dos cenários probabilísticos e determinísticos descritos no capítulo anterior são apresentados em formato de textos, mapas, gráficos e tabelas, a seguir.

Cabe ressaltar que, em nenhuma das simulações realizadas, levou-se em consideração as ações provenientes de Planos de Contingência e Planos de Emergência.

III.1 SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS

O modelo OILMAP foi utilizado para simular os cenários descritos no Item II.3 e produzir as curvas de contorno, demonstrando a probabilidade da presença de óleo em cada ponto da área de estudo.

Cabe aqui ressaltar que, em todas as ilustrações de intervalos de probabilidade de óleo na água e costa, apresentadas a seguir, o valor correspondente ao limite superior dos intervalos da escala de cores está incluído na classe. Assim, por exemplo, no intervalo de probabilidade de 10-20% estão incluídas as probabilidades superiores a 10% e menores ou iguais a 20%.

As ilustrações dos contornos de tempo correspondem ao tempo mínimo de deslocamento de óleo na água calculado (para cada posição da grade) entre todos os cenários determinísticos que compõem o cenário probabilístico. Nestas ilustrações são apresentados os tempos de 2, 6, 12, 36 e 60 horas após o início do derrame, selecionados de acordo com o tempo máximo para a disponibilização de recursos de contenção/limpeza no local da ocorrência da descarga especificados na Resolução do CONAMA nº 398/08 (Brasil, 2008). Para tempos superiores a estes, foram selecionados intervalos que melhor se adequaram à visualização da evolução dos derrames na área de estudo.

Nas figuras III-1 a III-44 são apresentados os resultados das simulações decorrentes de potenciais acidentes no Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março).

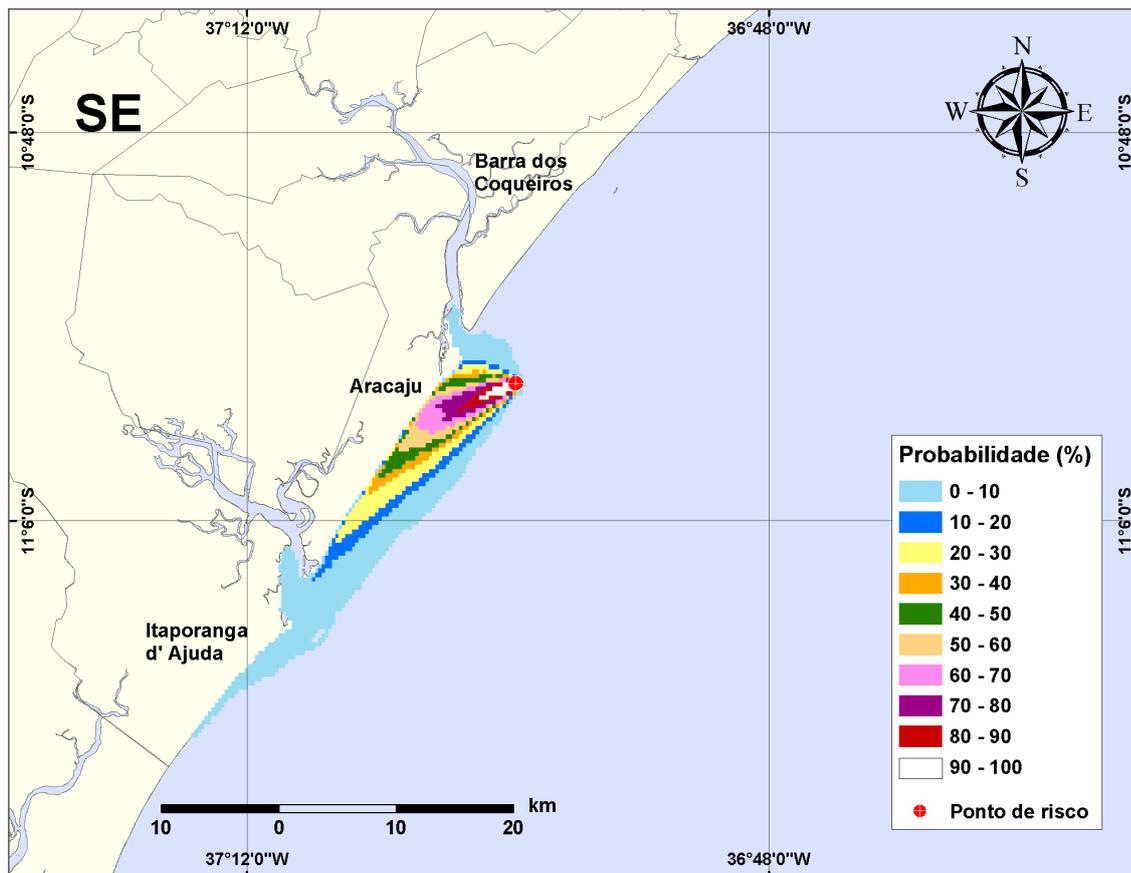


Figura III-1 - Cenário PCM1_DIESEL_VER_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

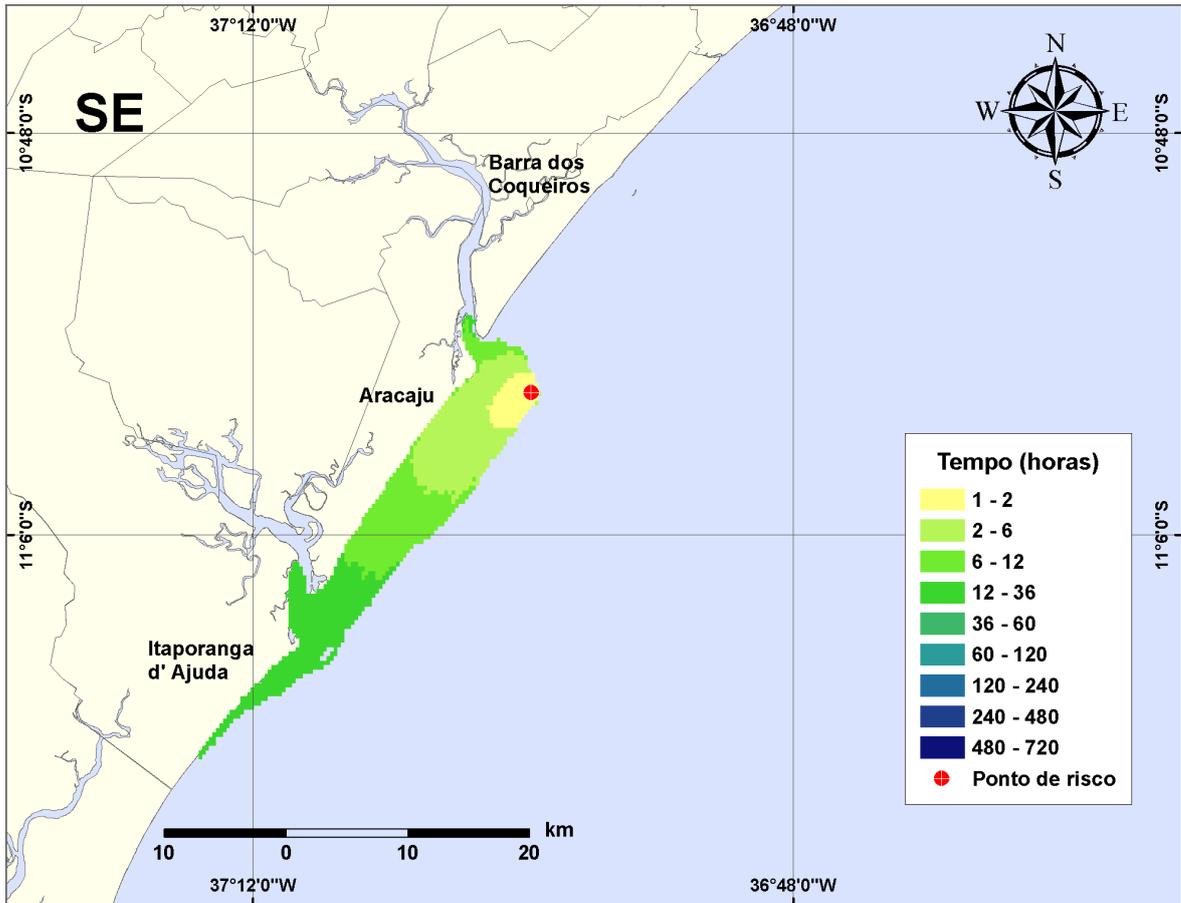


Figura III-2 - Cenário PCM1_DIESEL_VER_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

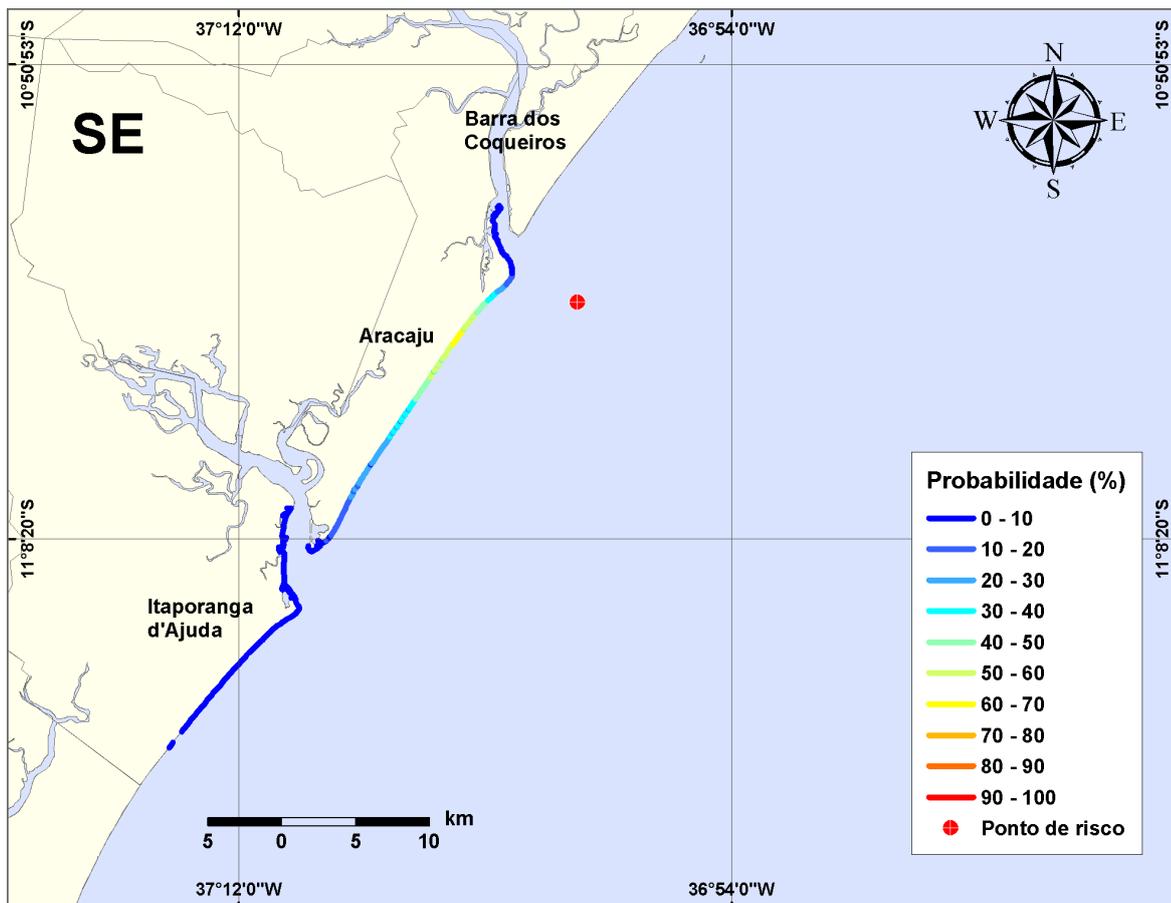


Figura III-3 - Cenário PCM1_DIESEL_VER_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

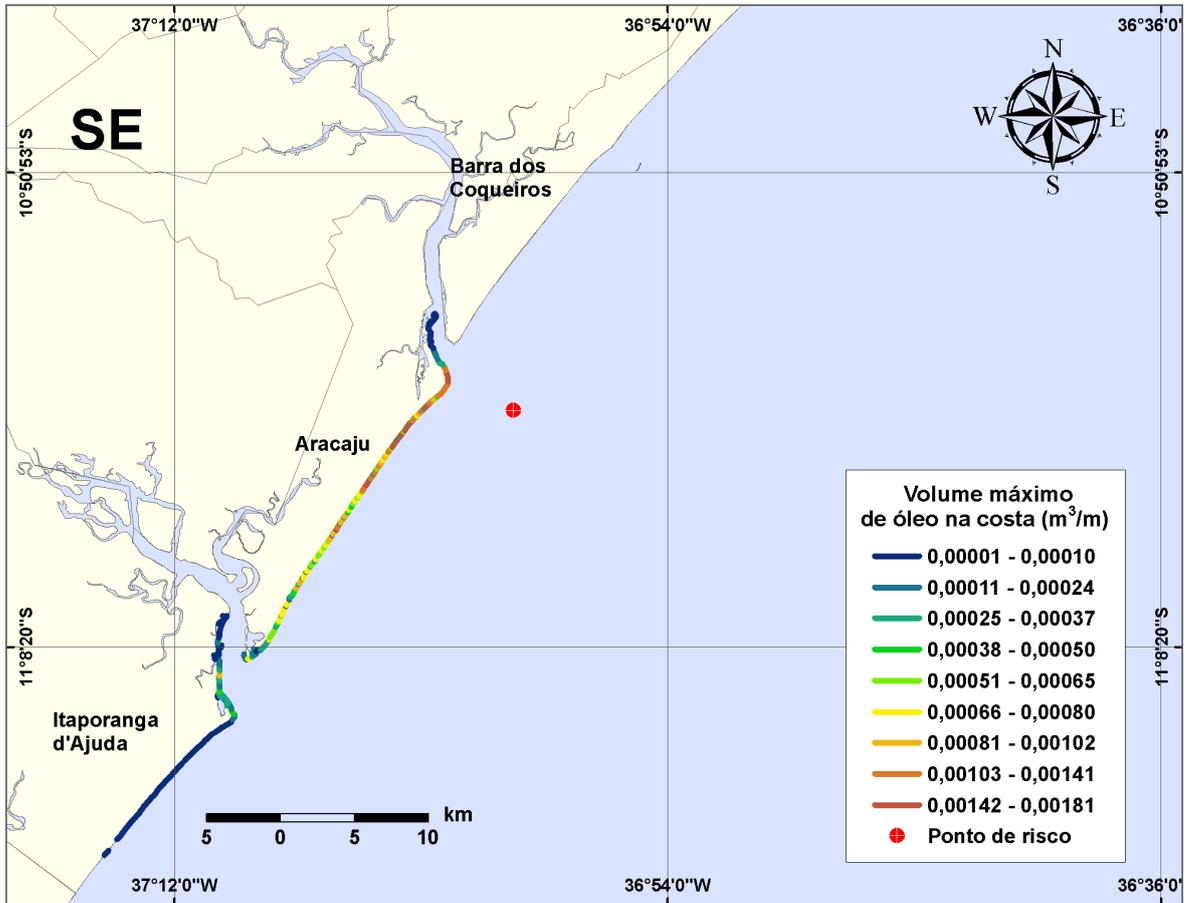


Figura III-4 - Cenário PCM1_DIESEL_VER_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

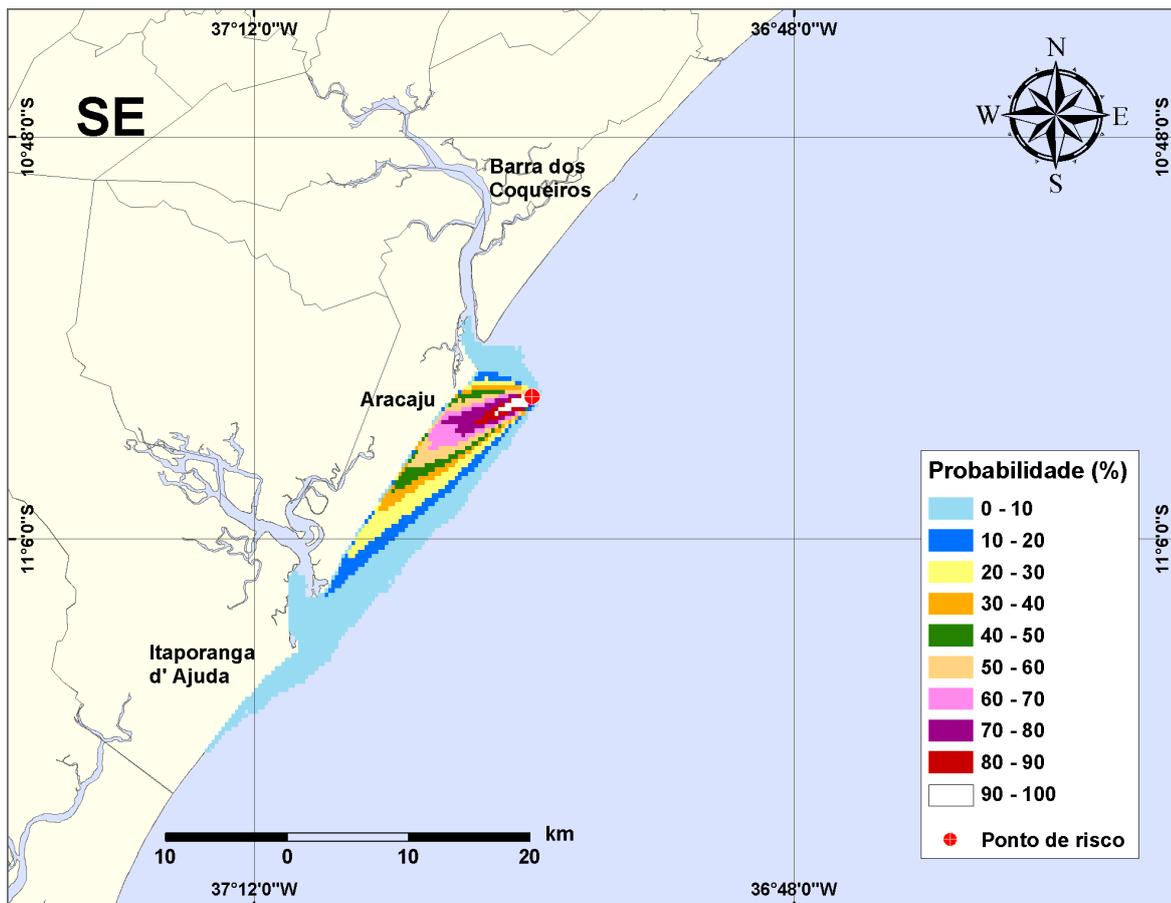


Figura III-5 - Cenário PCM1_DIESEL_VER_200_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

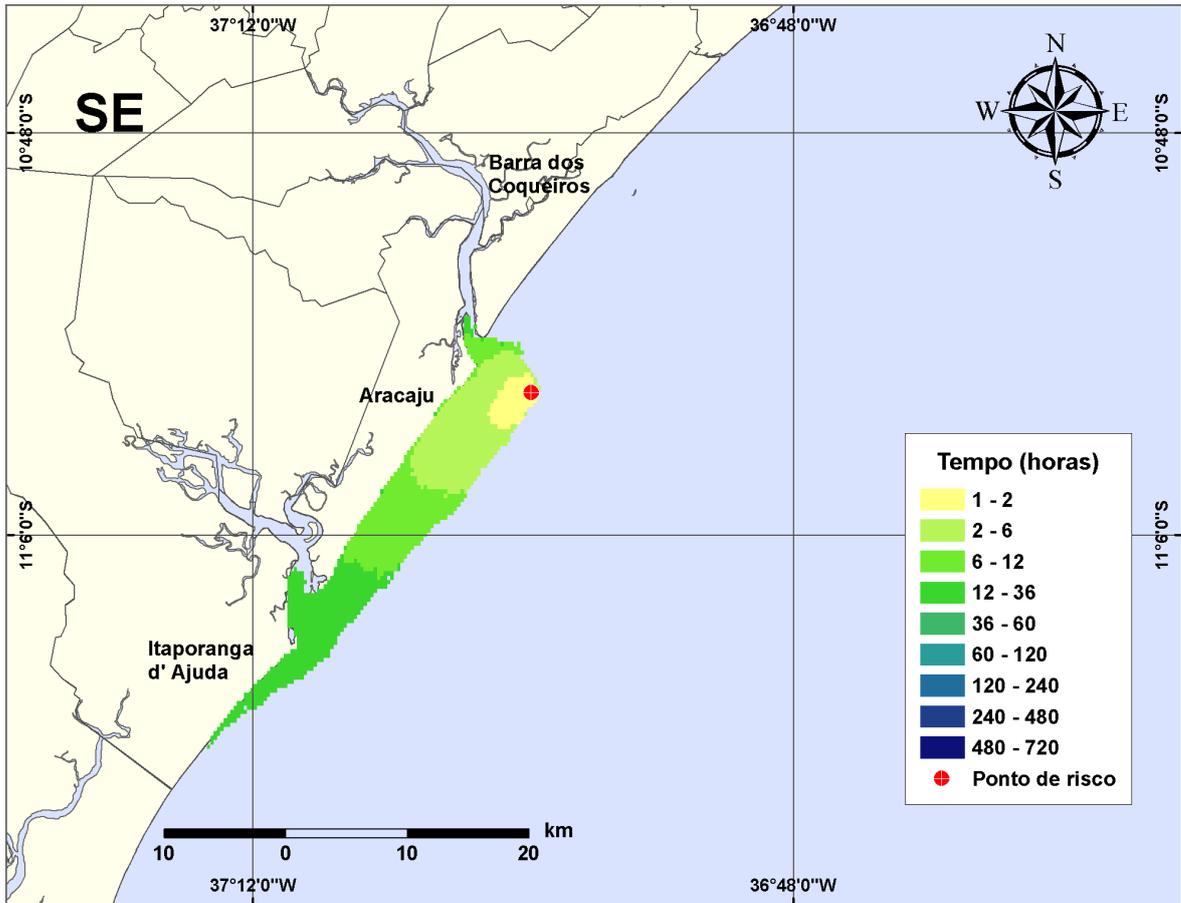


Figura III-6 - Cenário PCM1_DIESEL_VER_200_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

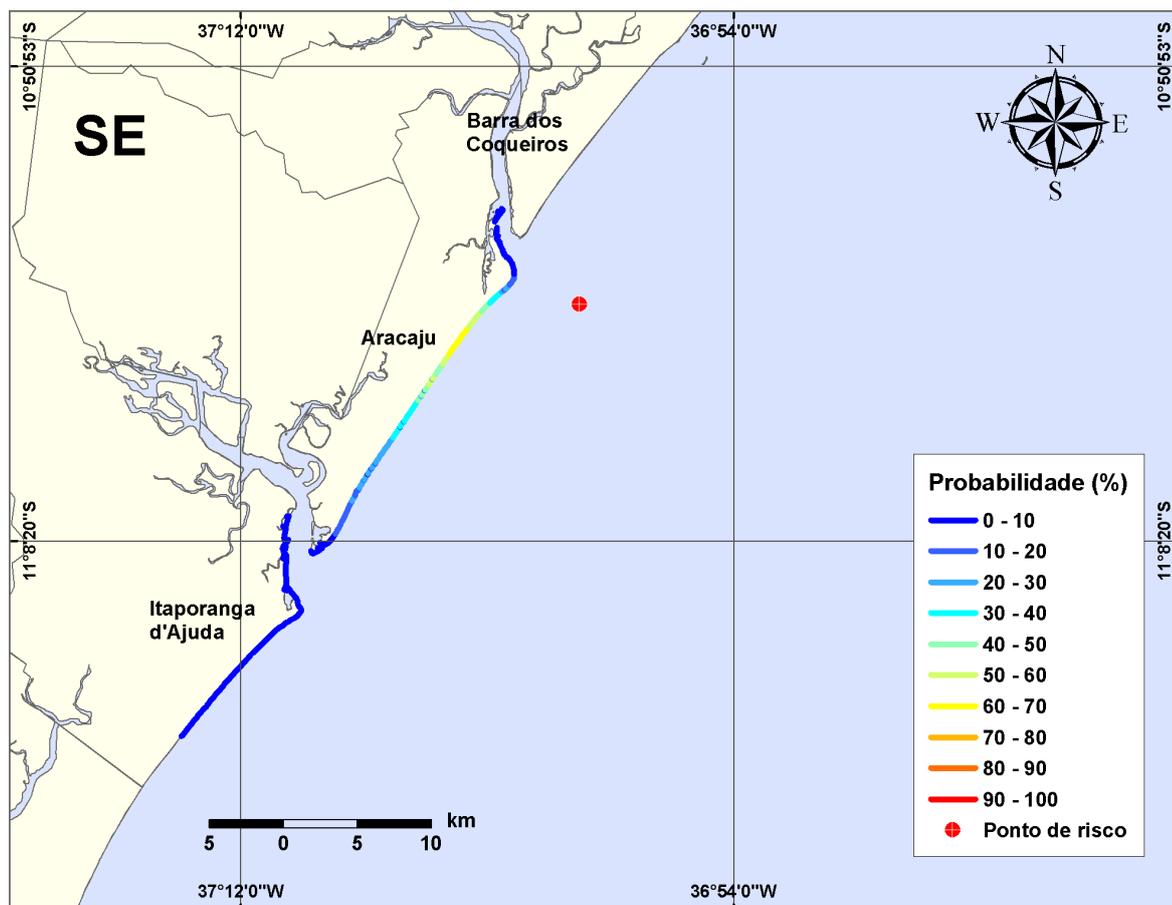


Figura III-7 - Cenário *PCM1_DIESEL_VER_200_30D*. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

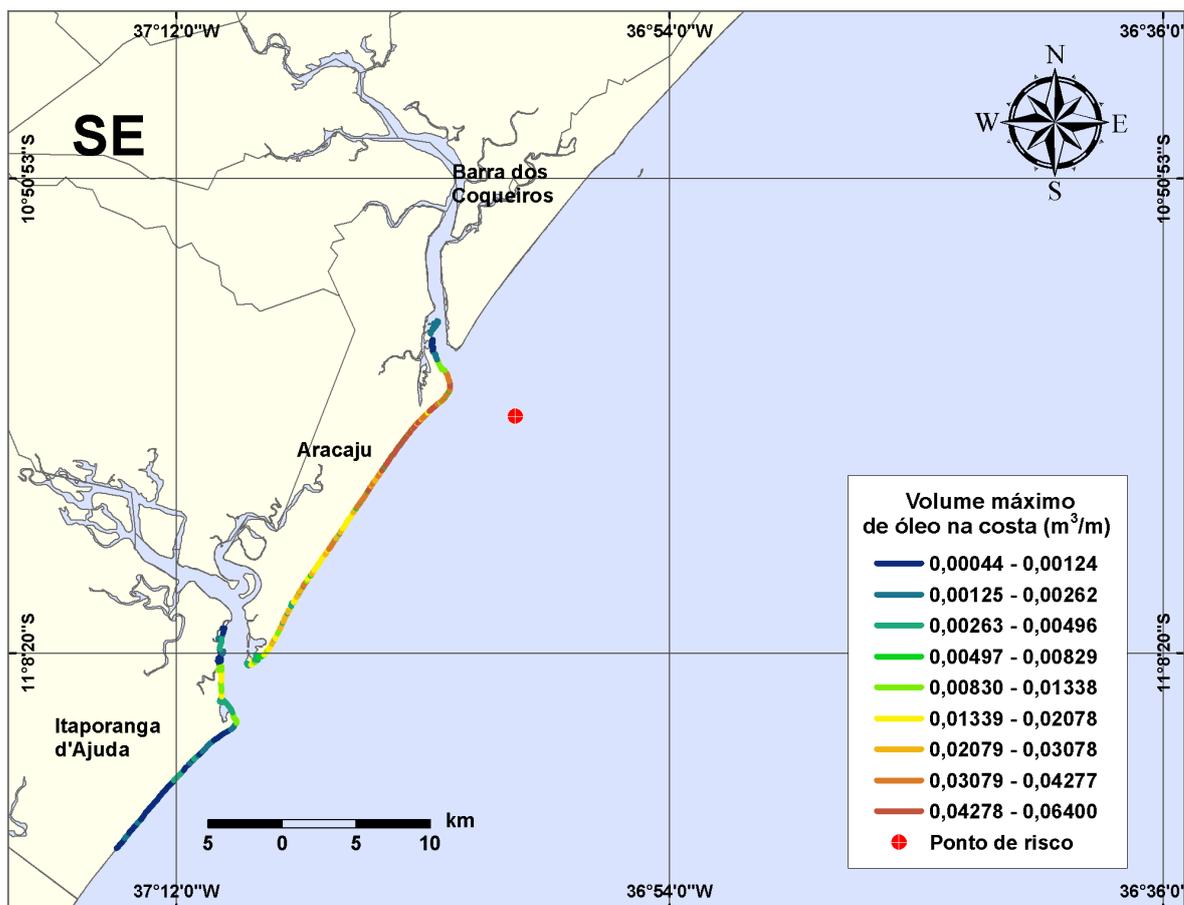


Figura III-8 - Cenário PCM1_DIESEL_VER_200_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de $200 m^3$ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

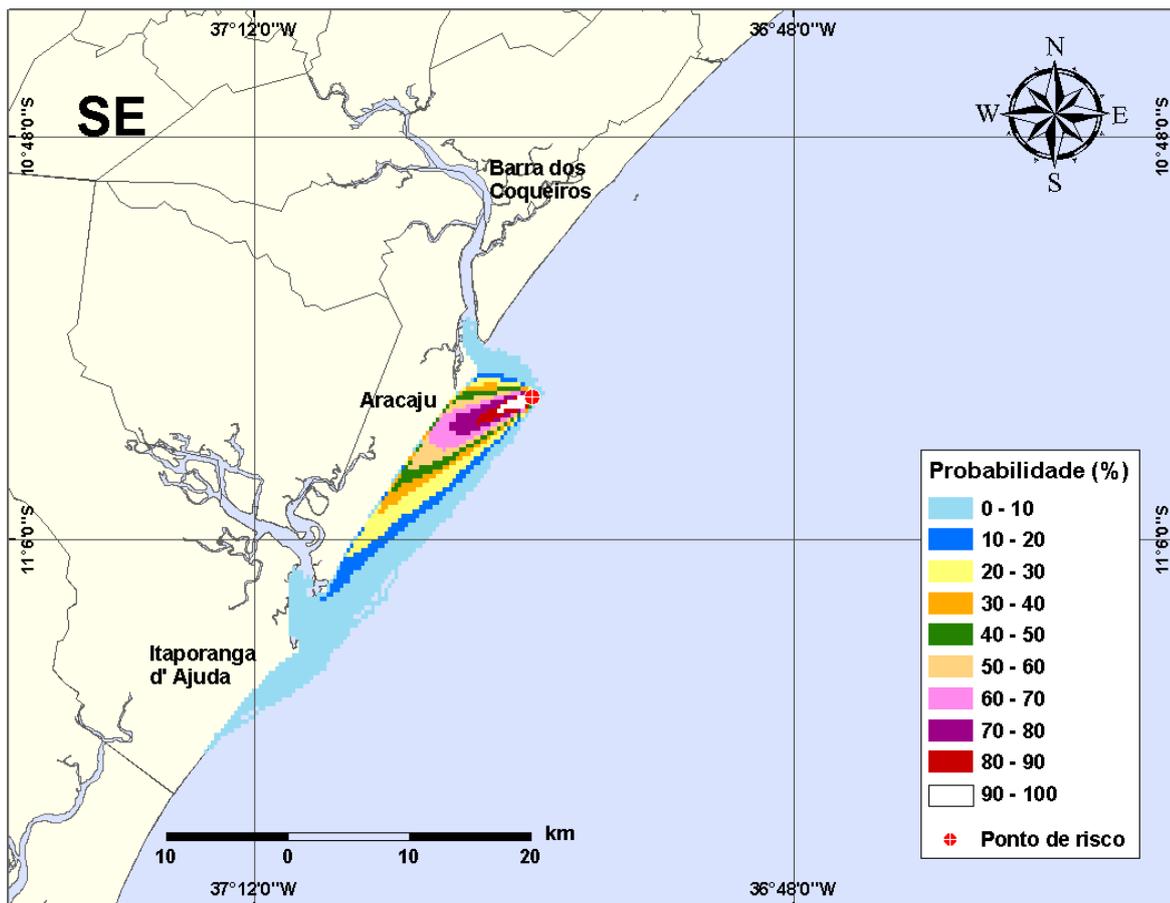


Figura III-9 - Cenário PCM1_DIESEL_VER_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

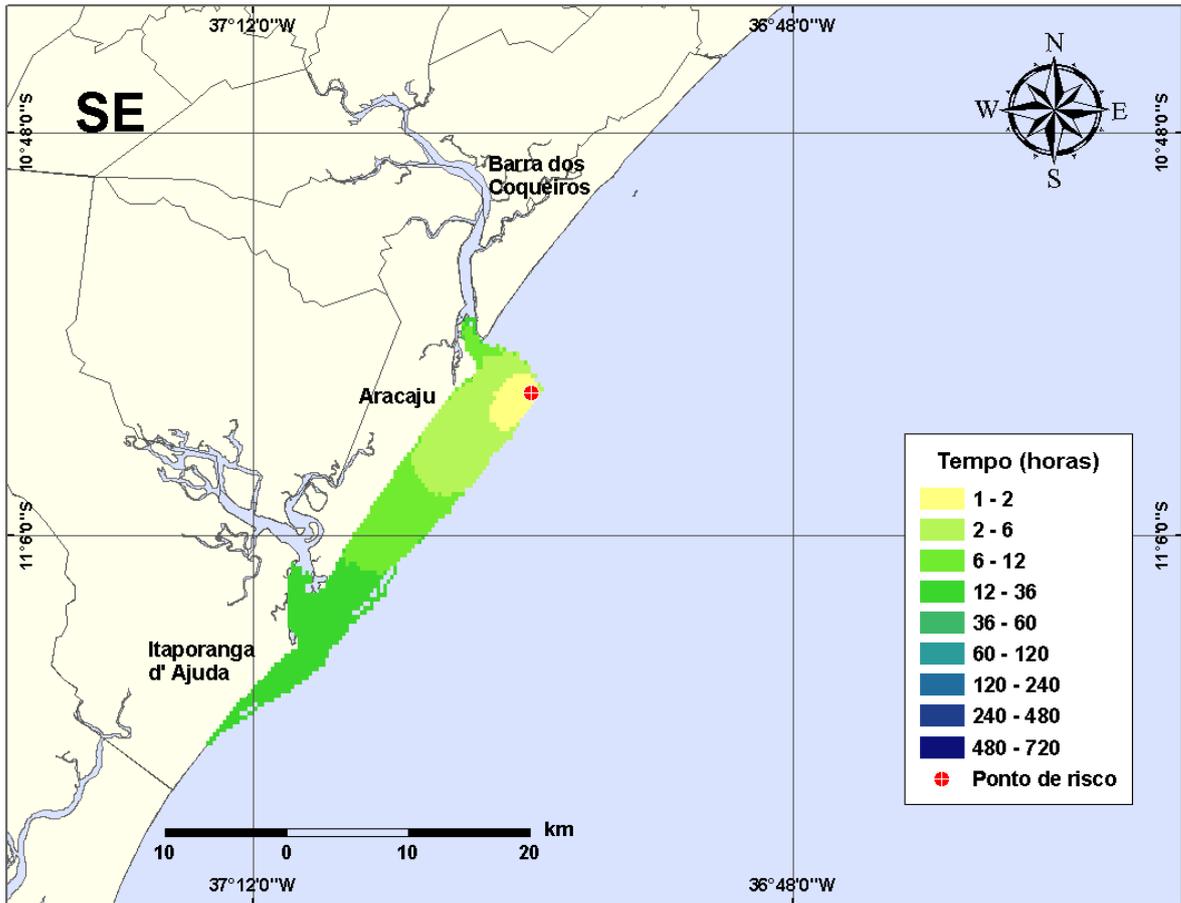


Figura III-10 - Cenário PCM1_DIESEL_VER_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

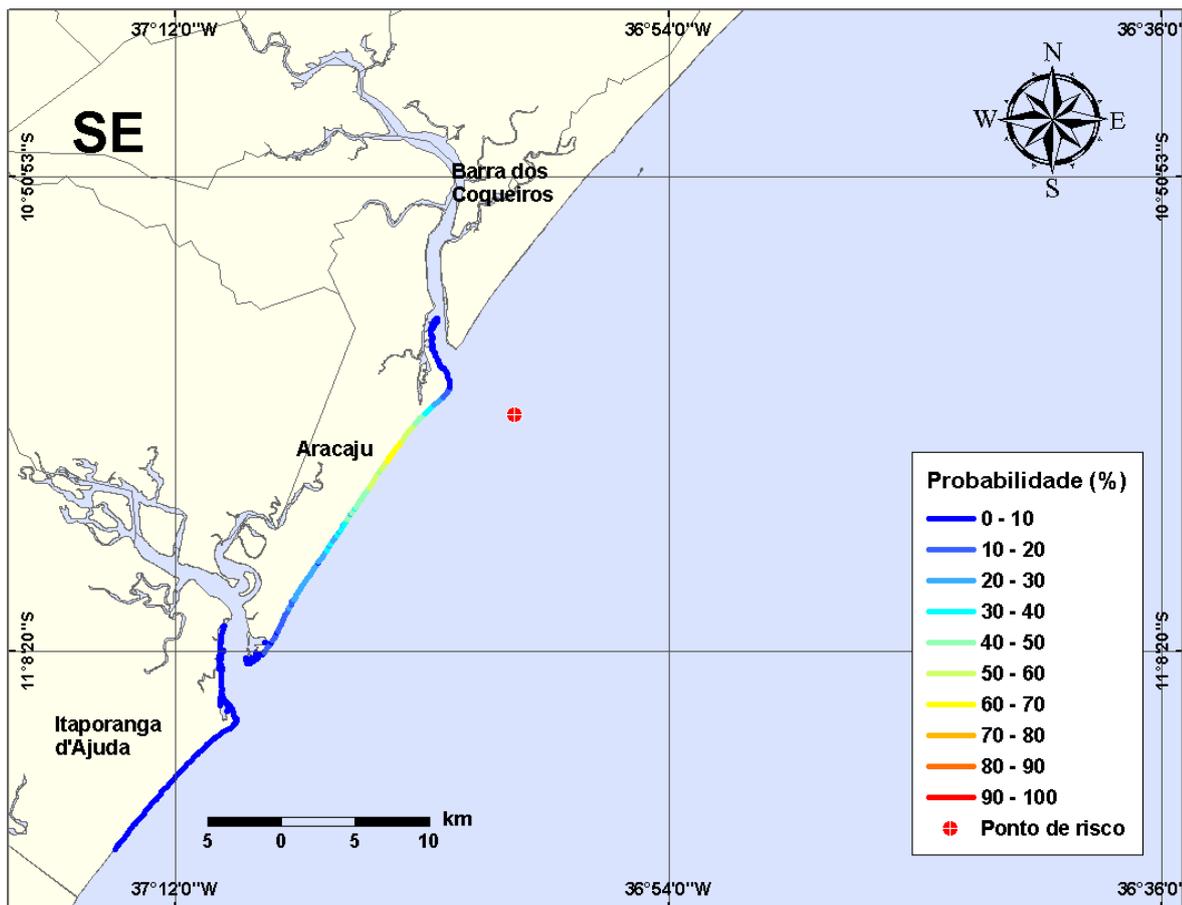


Figura III-11 - Cenário PCM1_DIESEL_VER_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

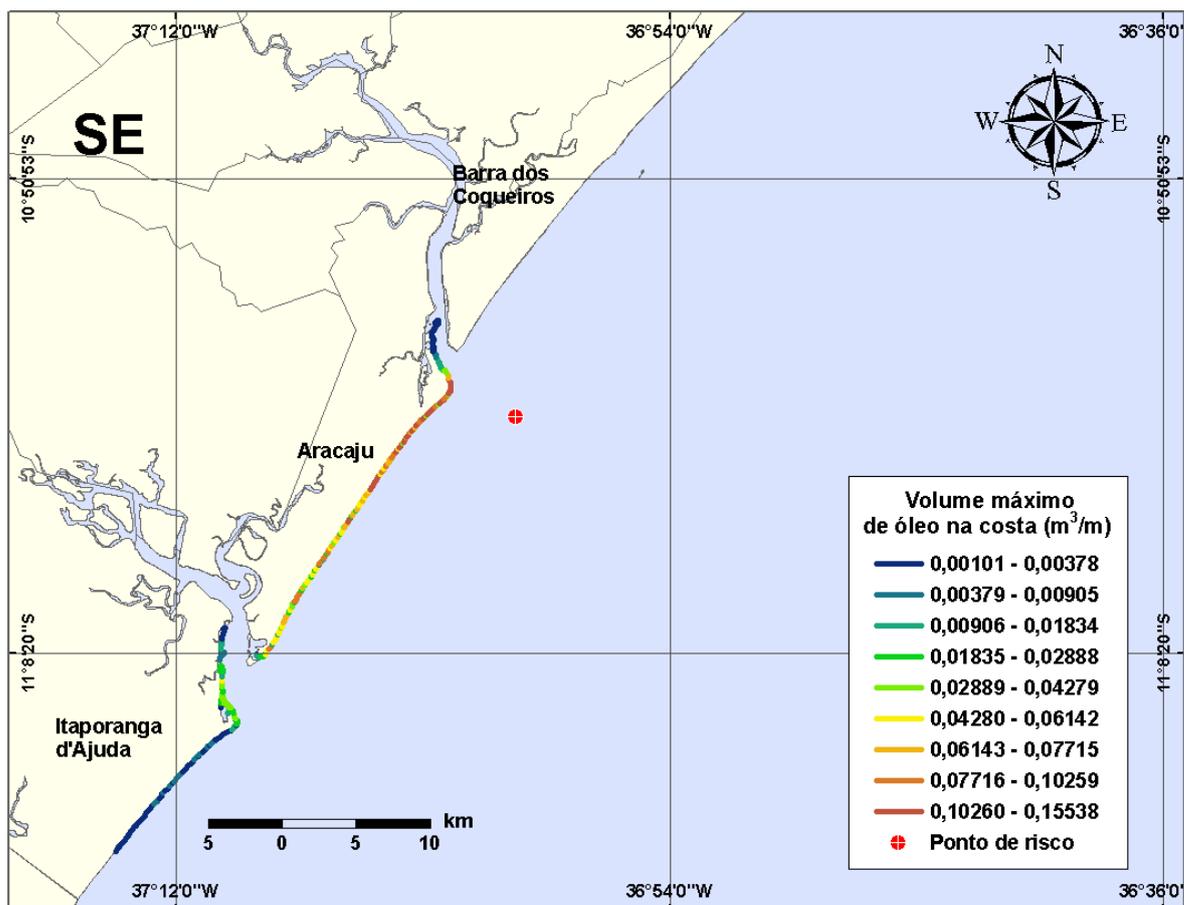


Figura III-12 - Cenário PCM1_DIESEL_VER_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

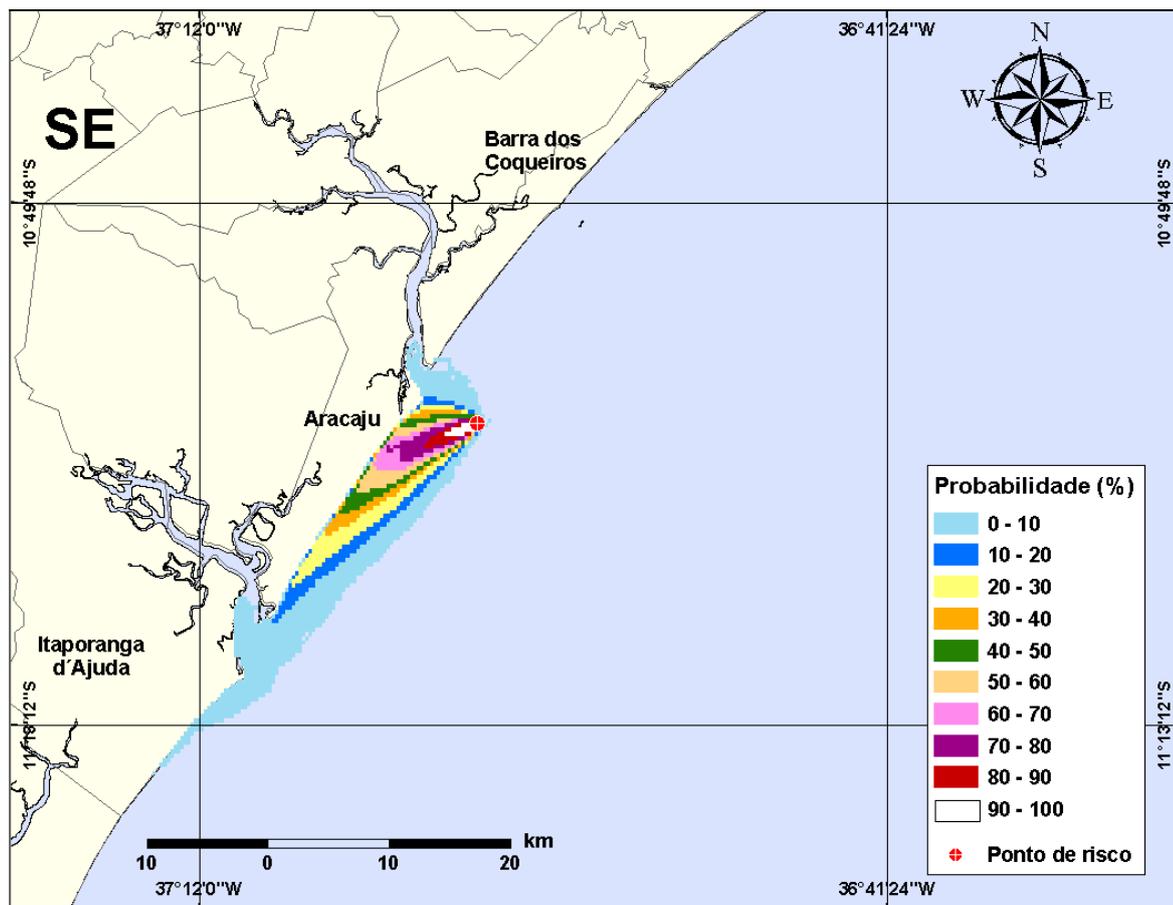


Figura III-13 - Cenário PCM1_VER_8_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

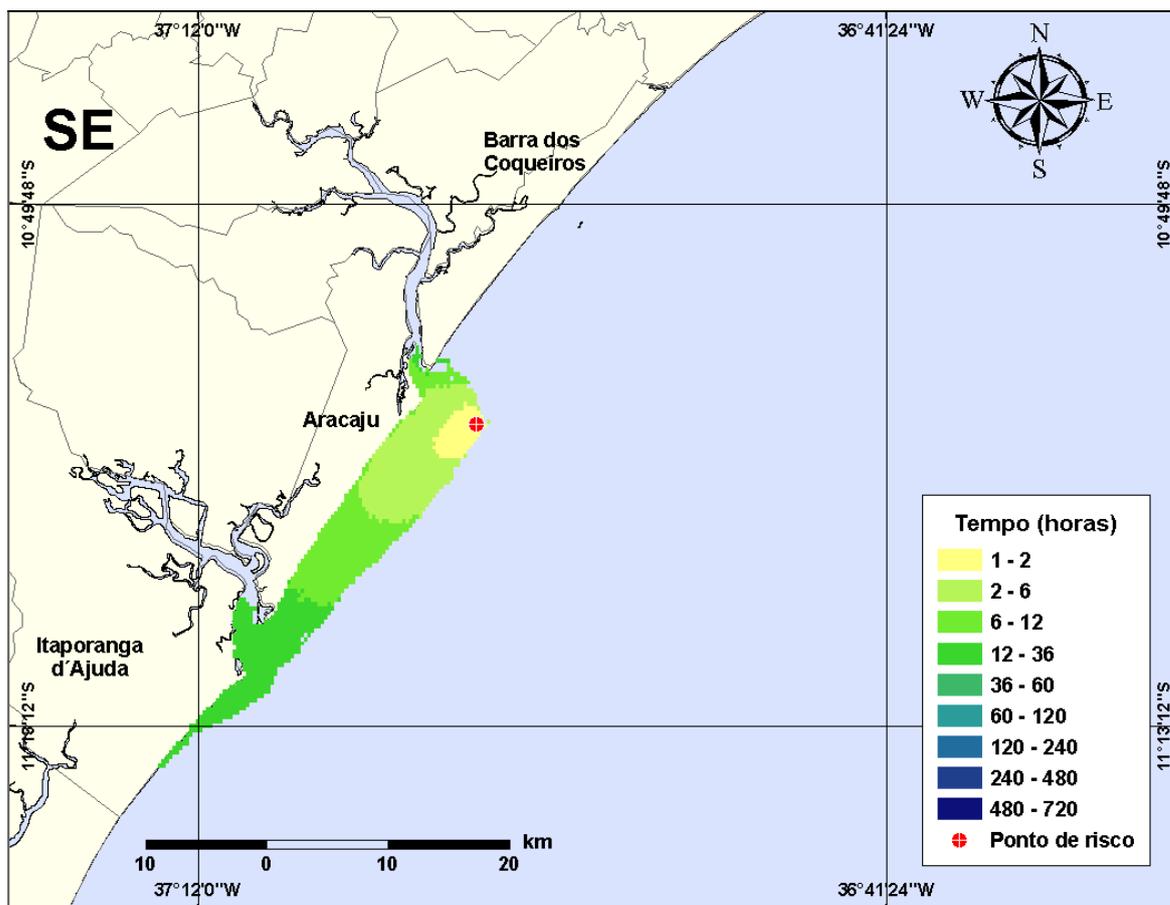


Figura III-14 - Cenário PCM1_VER_8_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

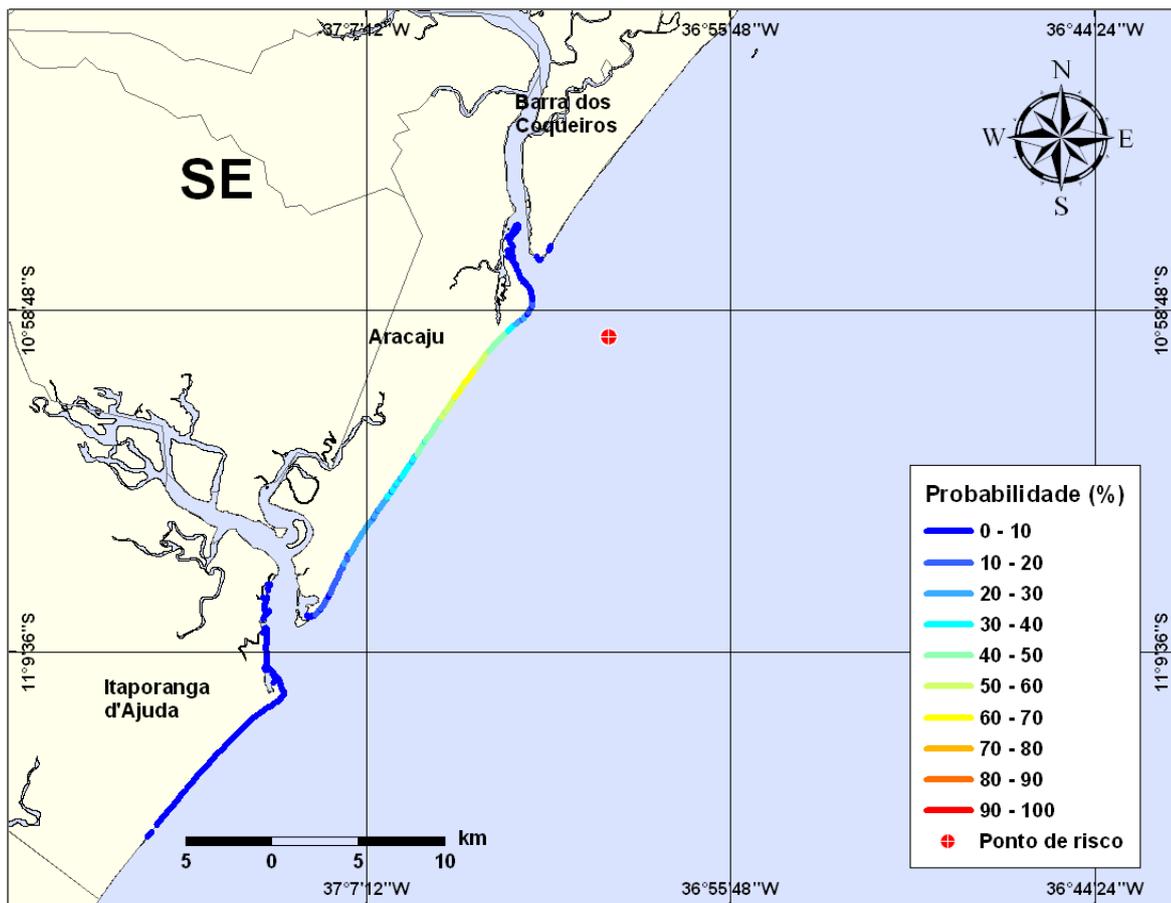


Figura III-15 - Cenário PCM1_VER_8_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

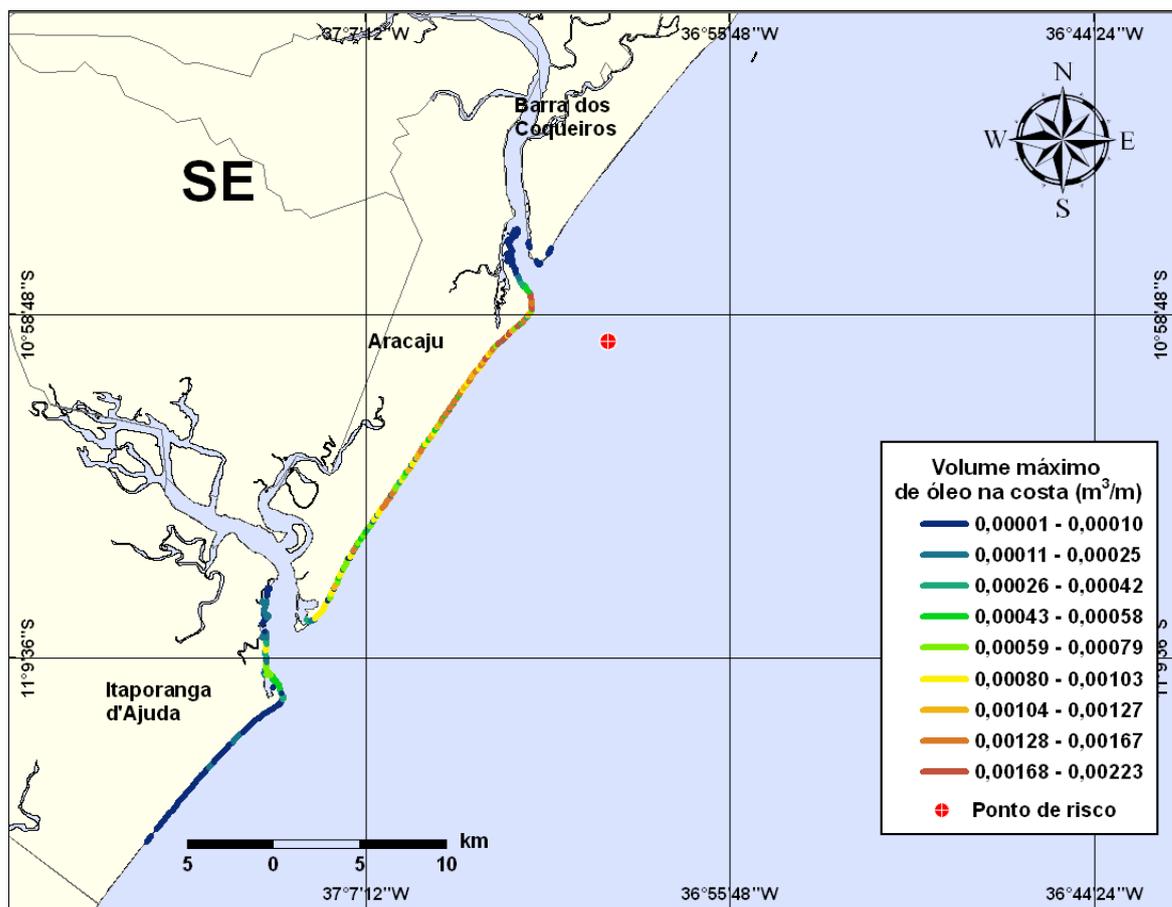


Figura III-16 - Cenário PCM1_VER_8_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

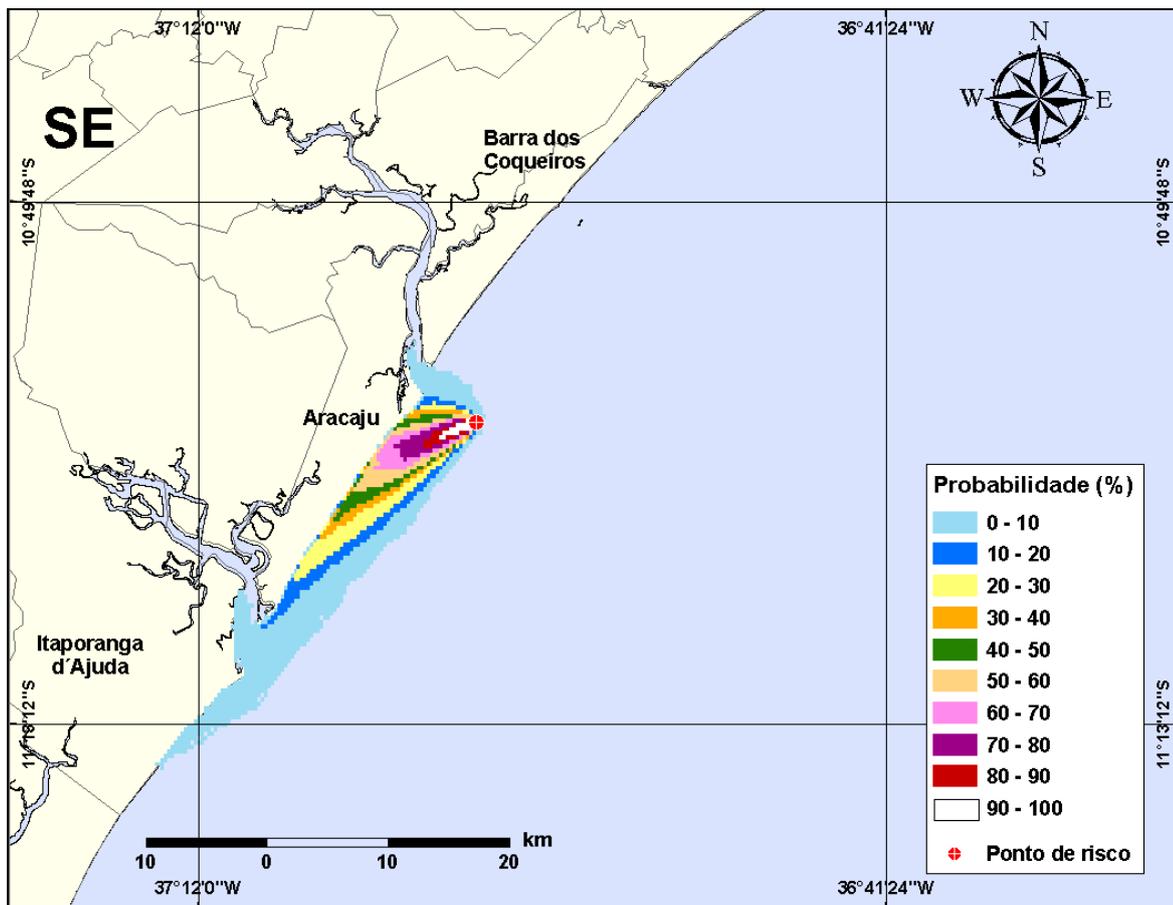


Figura III-17 - Cenário PCM1_VER_200_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

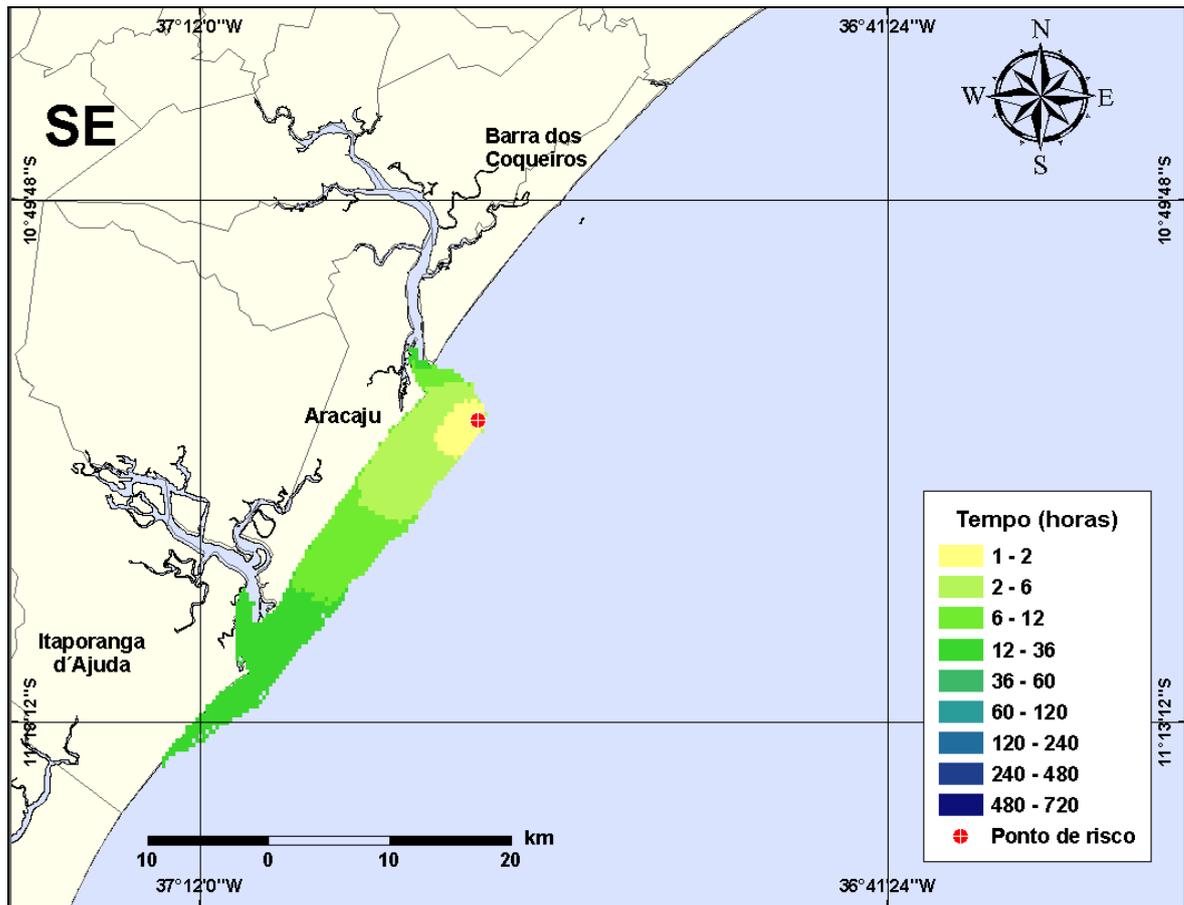


Figura III-18 - Cenário PCM1_VER_200_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

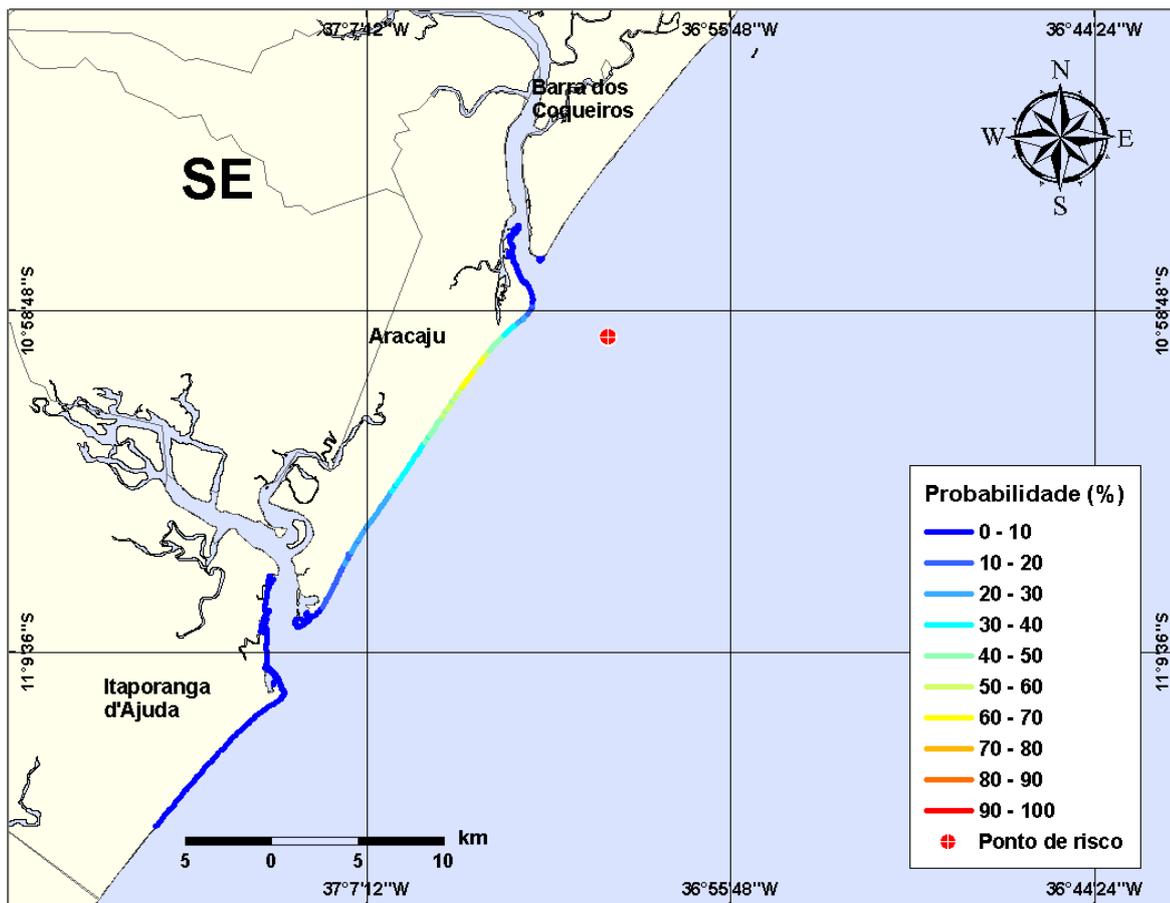


Figura III-19 - Cenário PCM1_VER_200_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

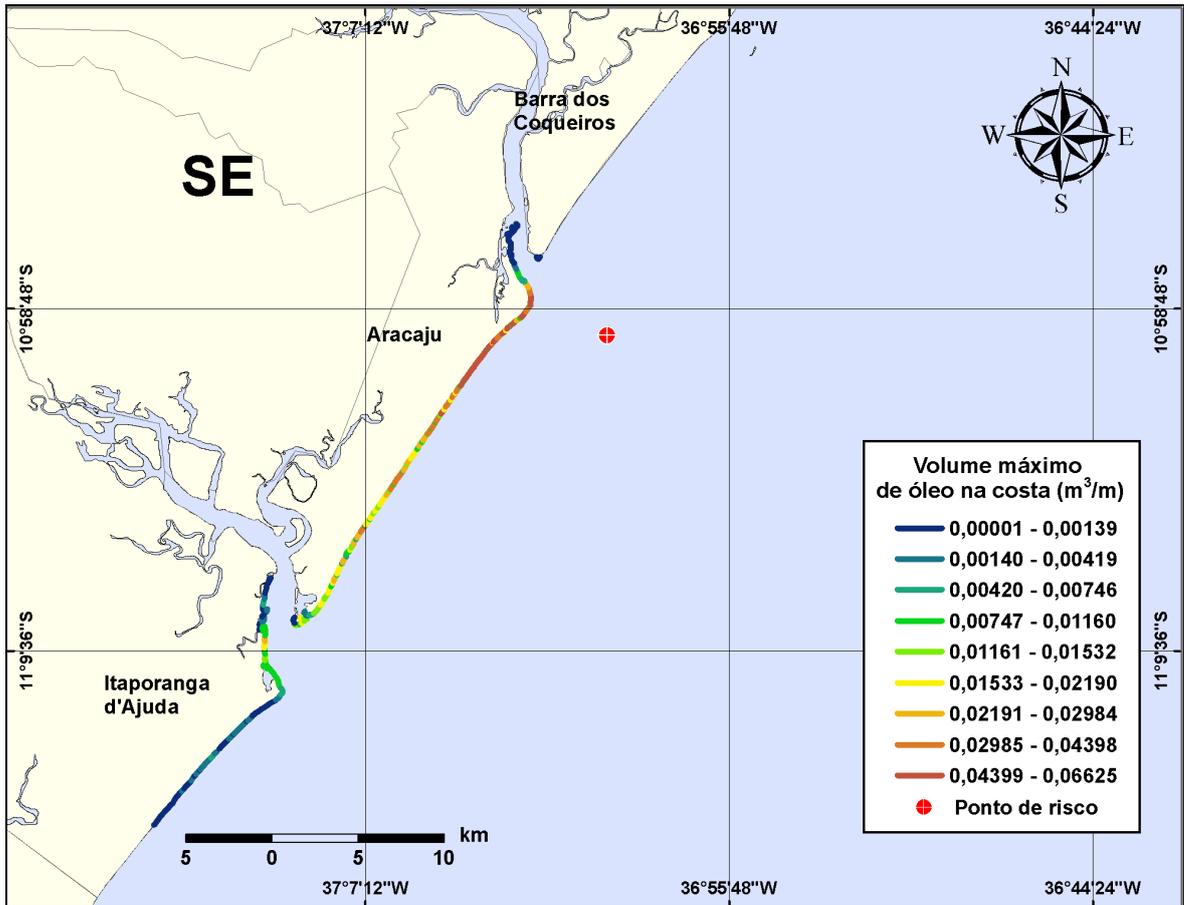


Figura III-20 - Cenário PCM1_VER_200_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

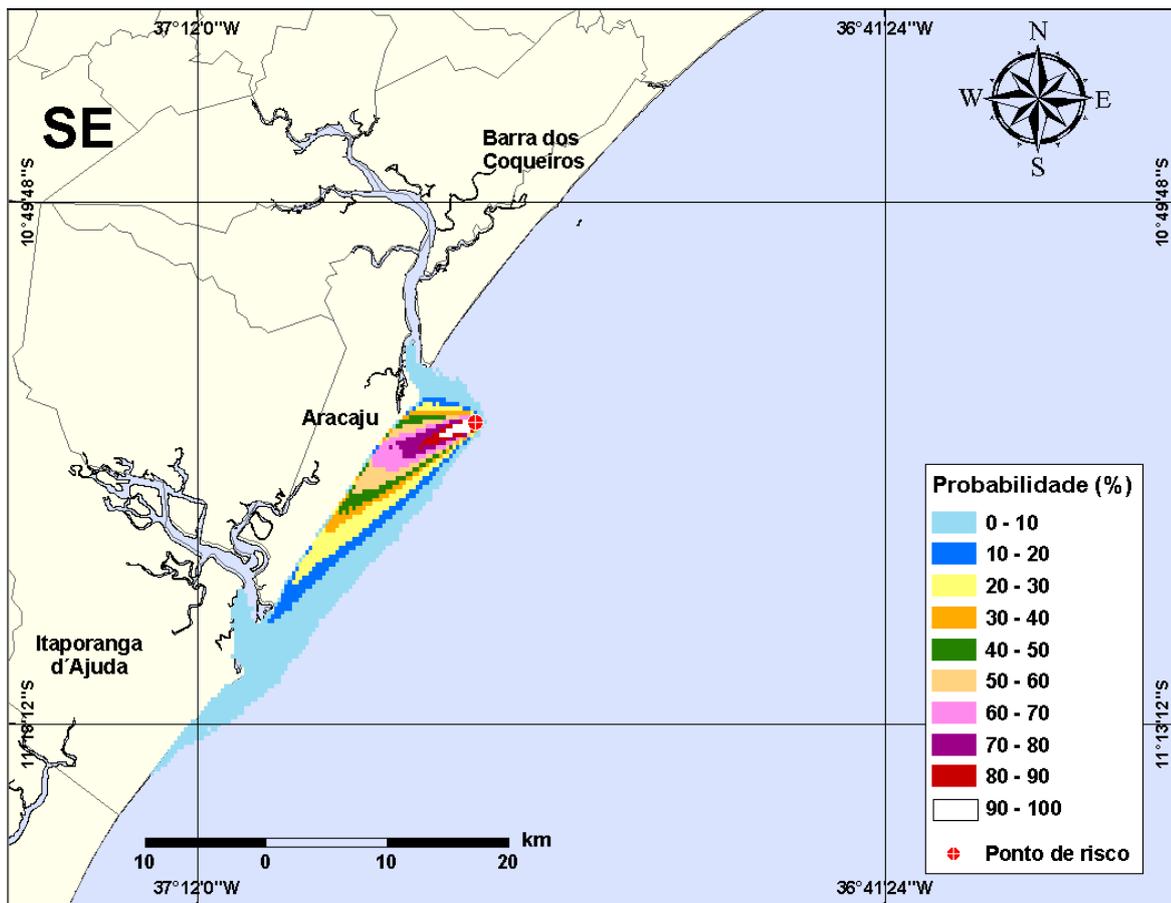


Figura III-21 - Cenário PCM1_VER_207_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

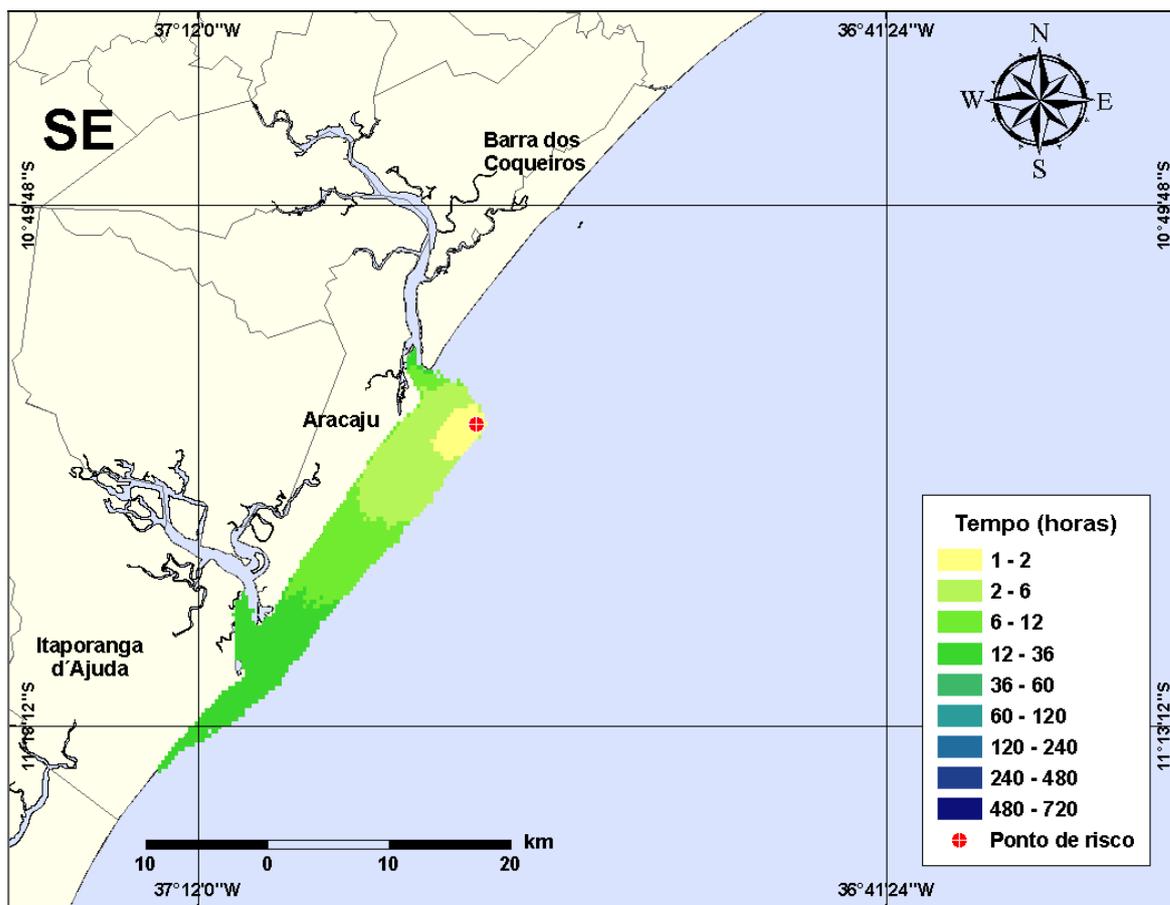


Figura III-22 - Cenário PCM1_VER_207_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

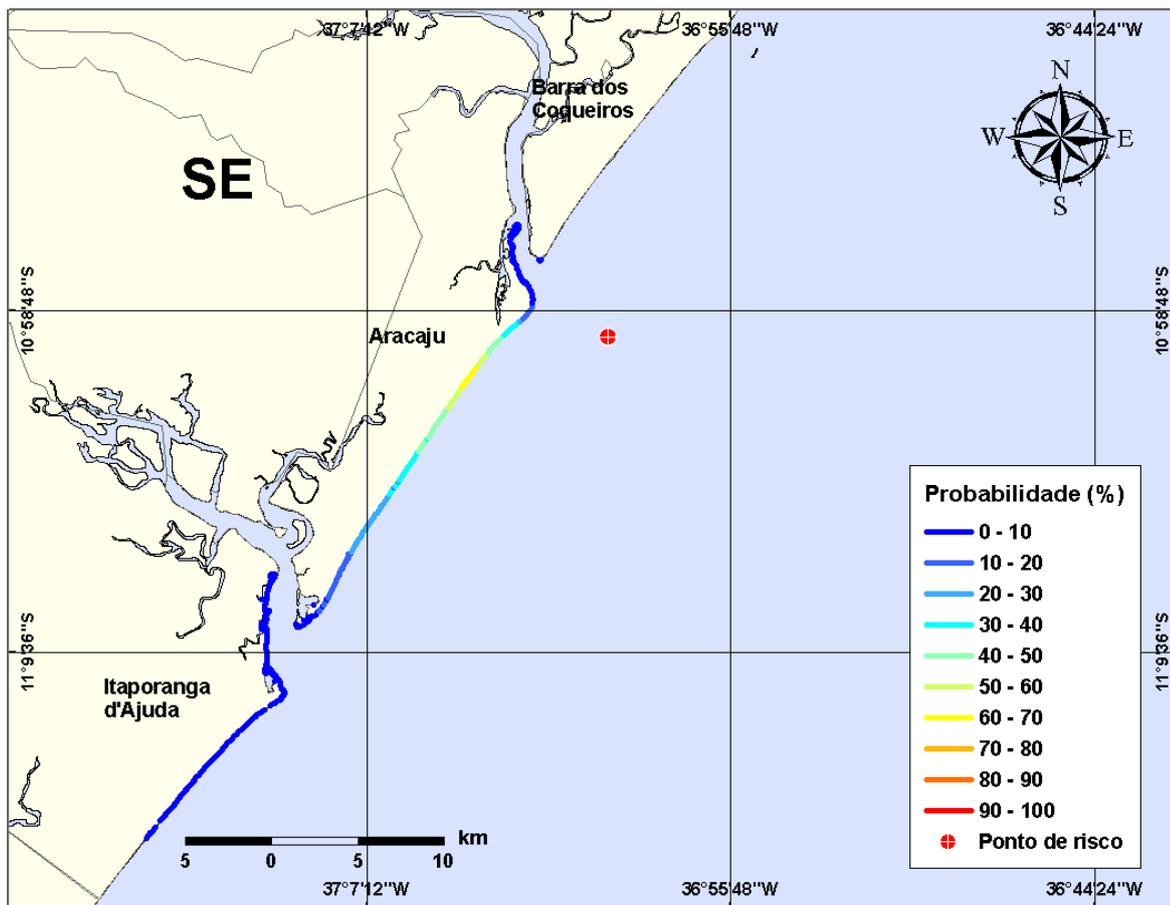


Figura III-23 - Cenário PCM1_VER_207_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

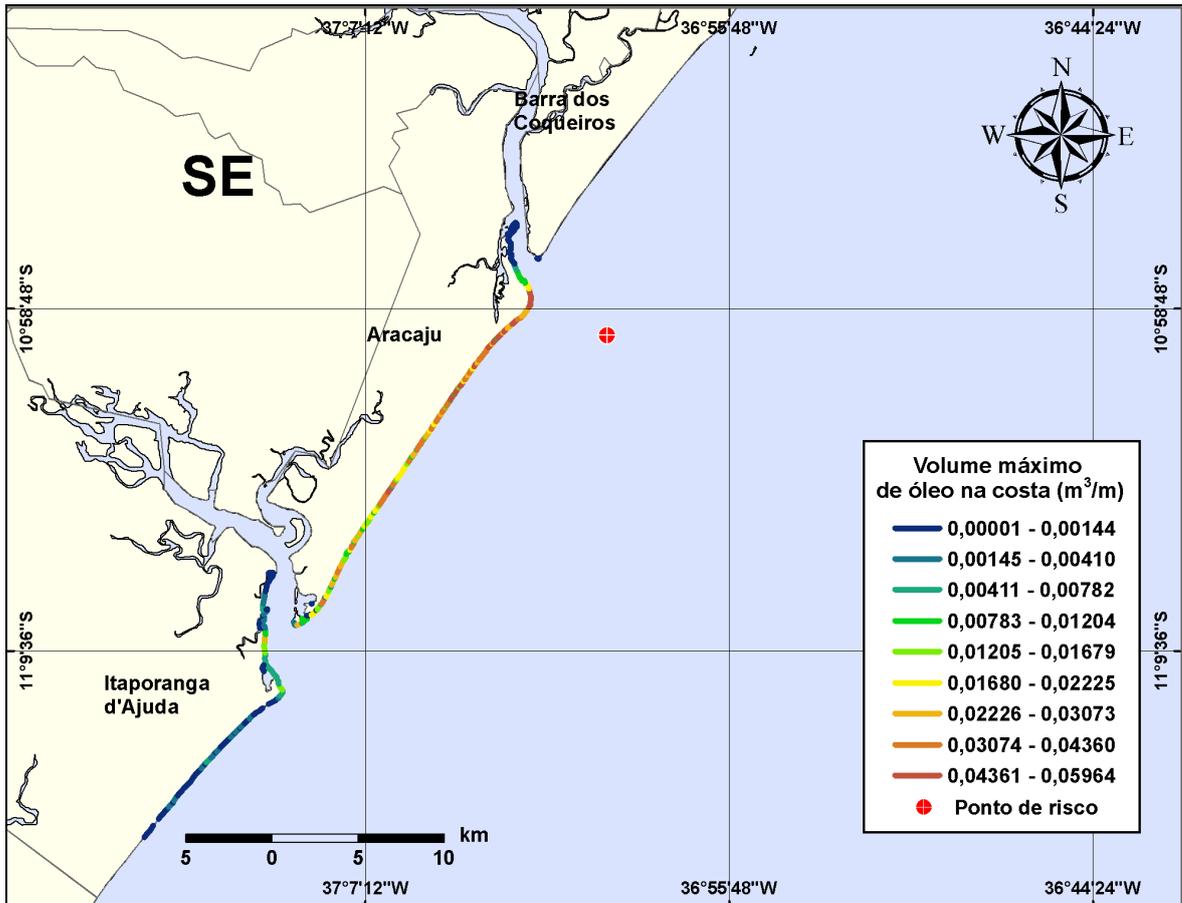


Figura III-24 - Cenário PCM1_VER_207_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

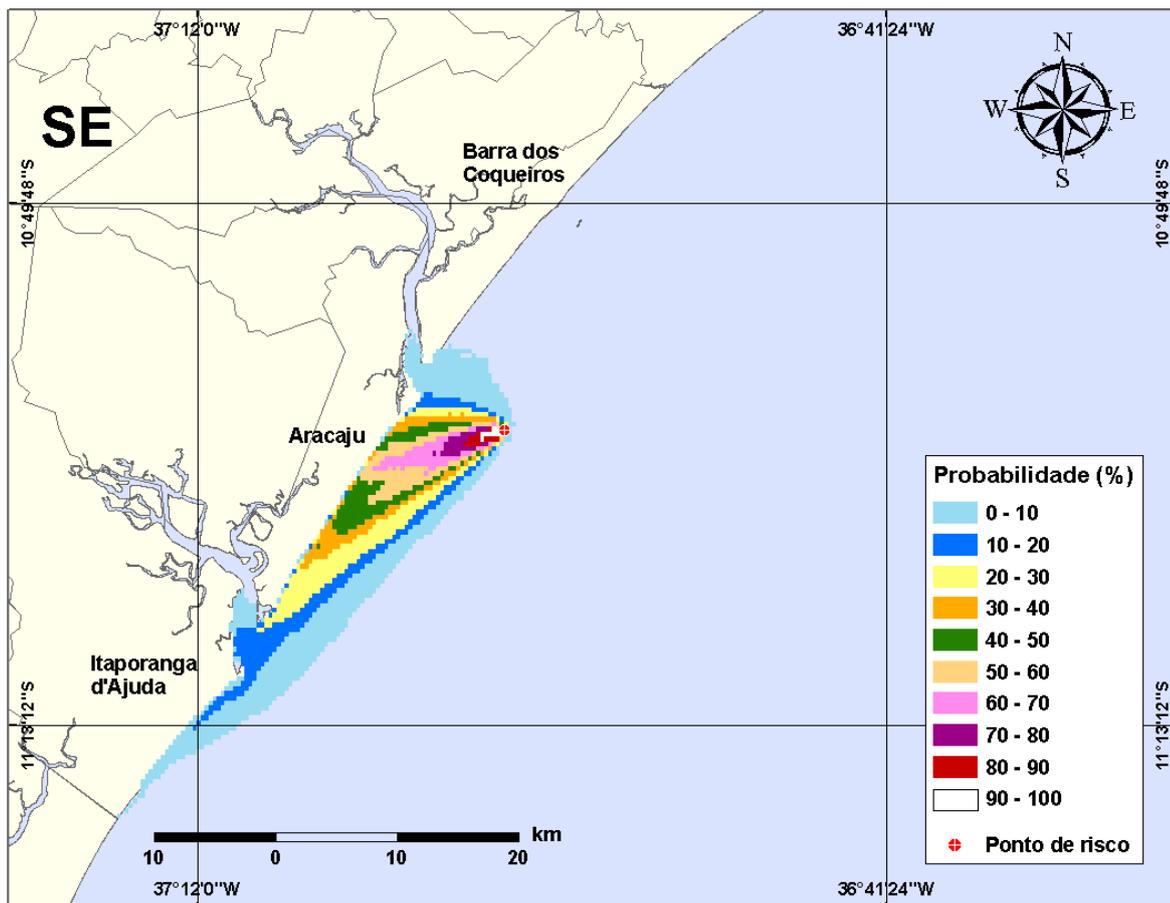


Figura III-25 - Cenário PCM5_VER_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

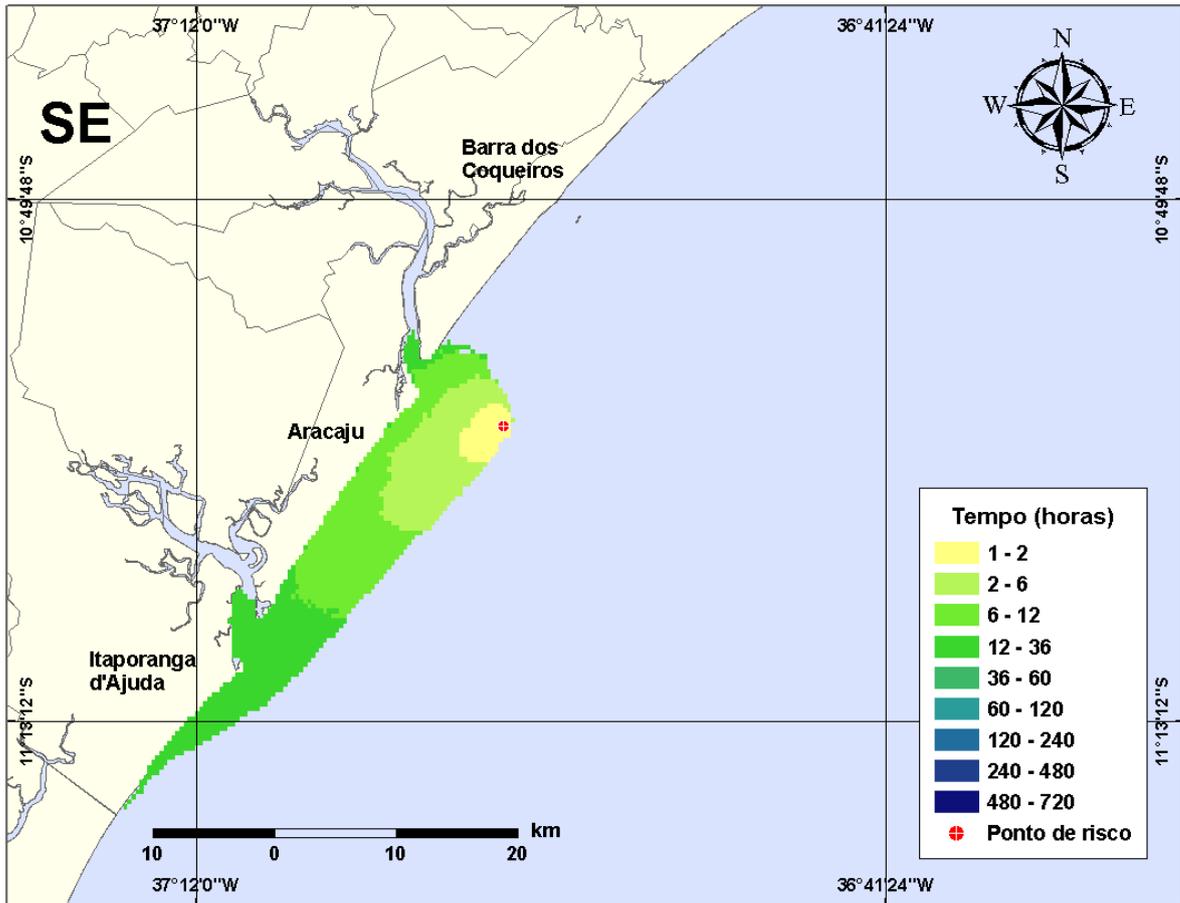


Figura III-26 - Cenário PCM5_VER_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

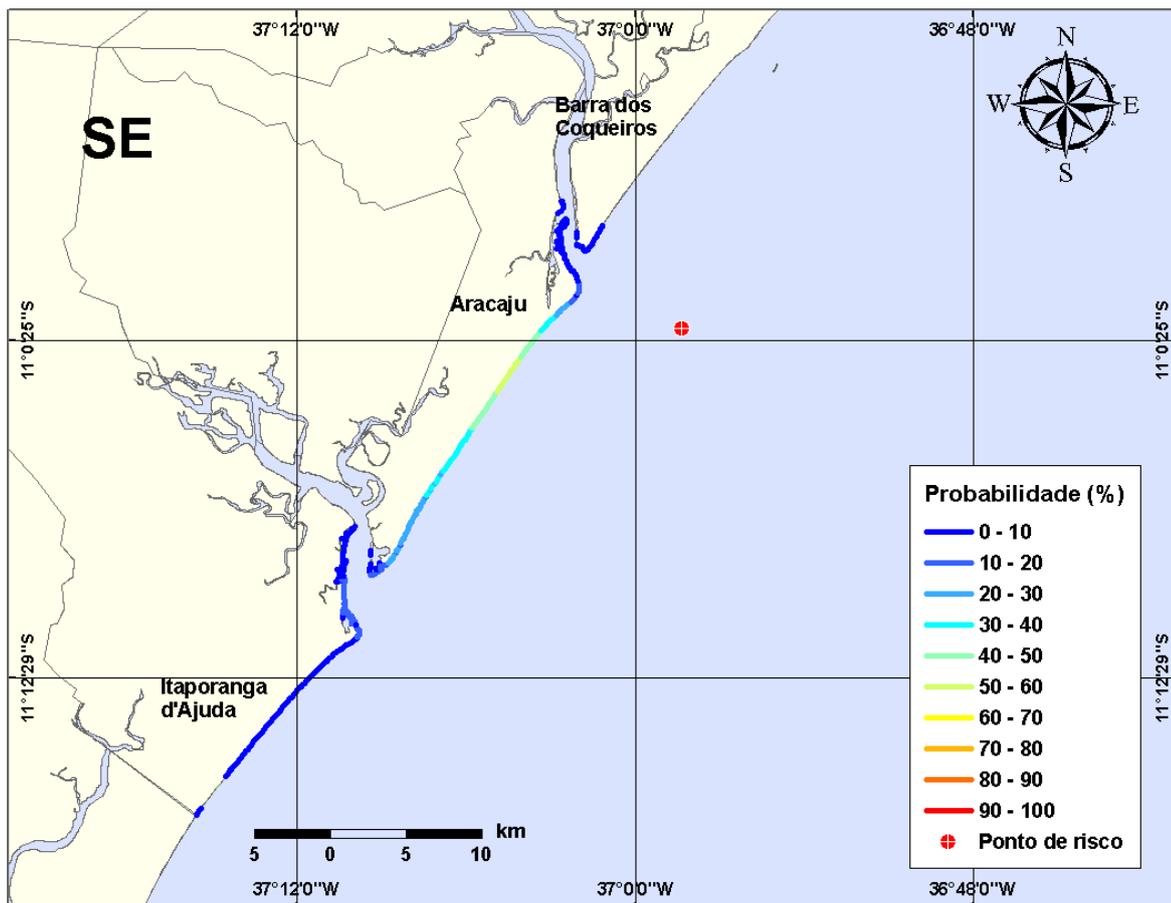


Figura III-27 - Cenário PCM5_VER_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

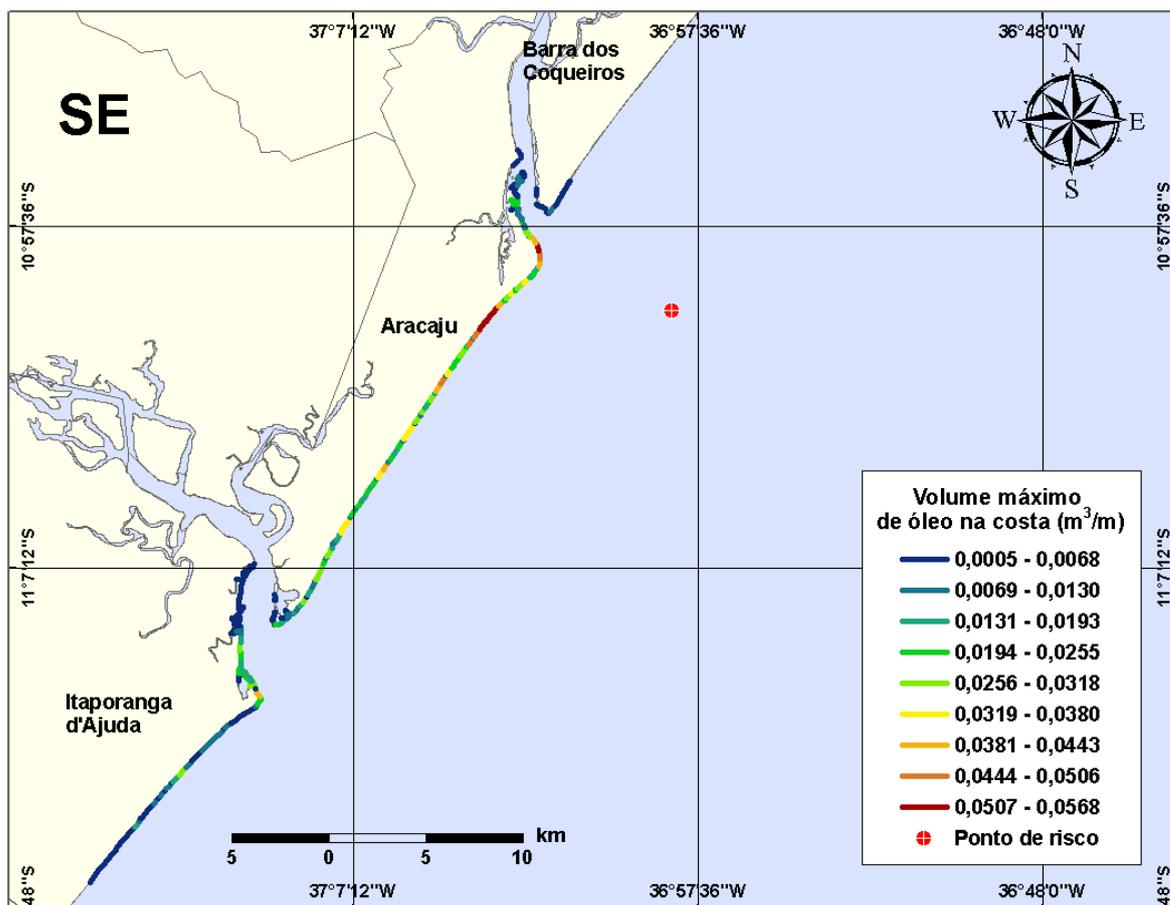


Figura III-28 - Cenário PCM5_VER_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de $200 m^3$ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

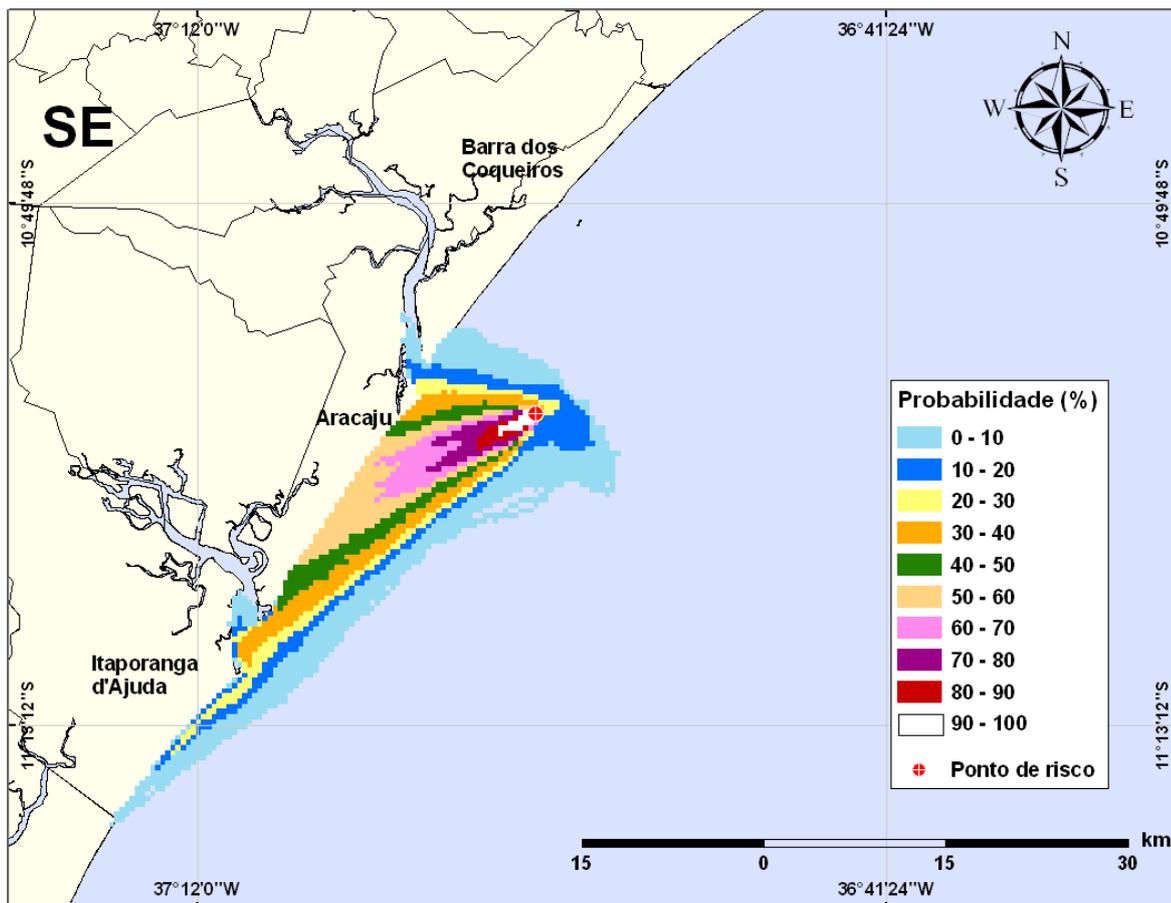


Figura III-29 - Cenário PCM9_VER_8_30D. (Fase: instalação/produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

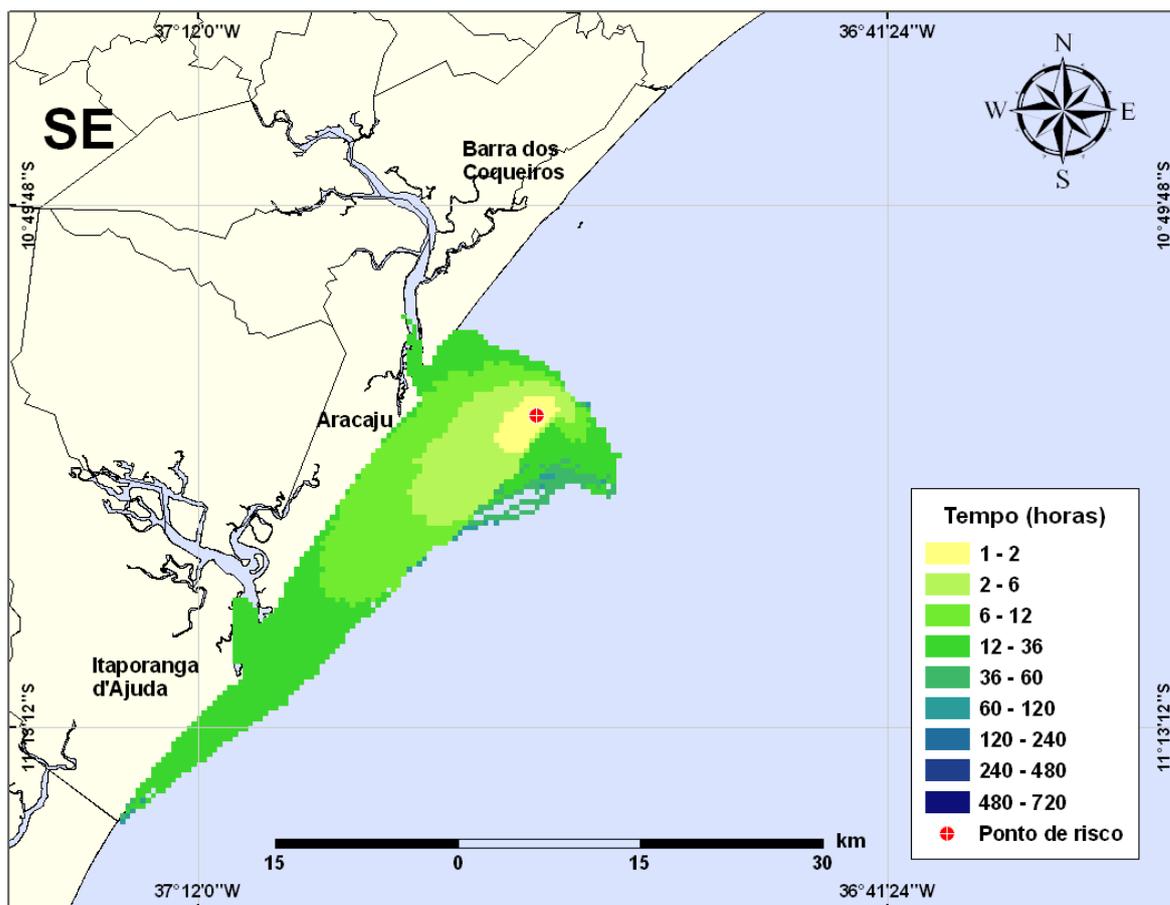


Figura III-30 - Cenário PCM9_VER_8_30D. (Fase: instalação/produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

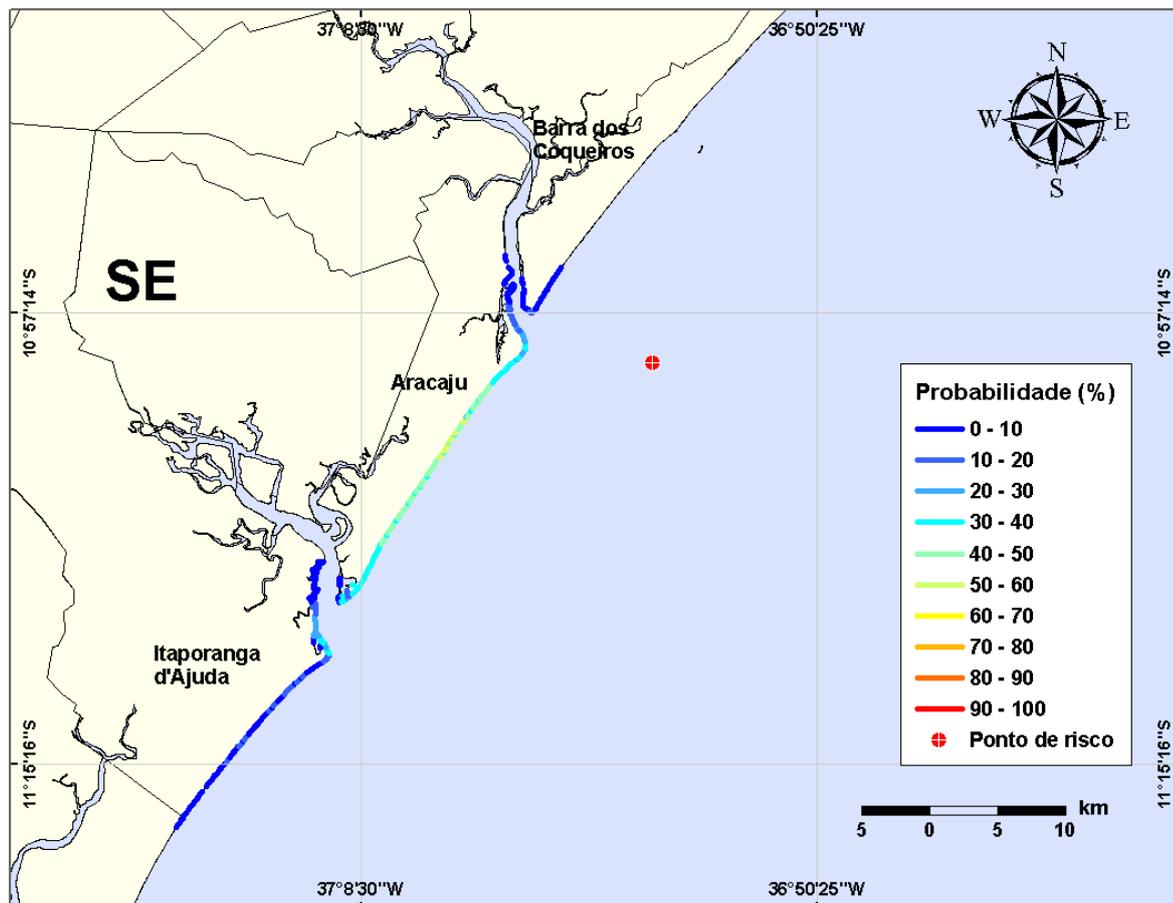


Figura III-31 - Cenário PCM9_VER_8_30D. (Fase: instalação/produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

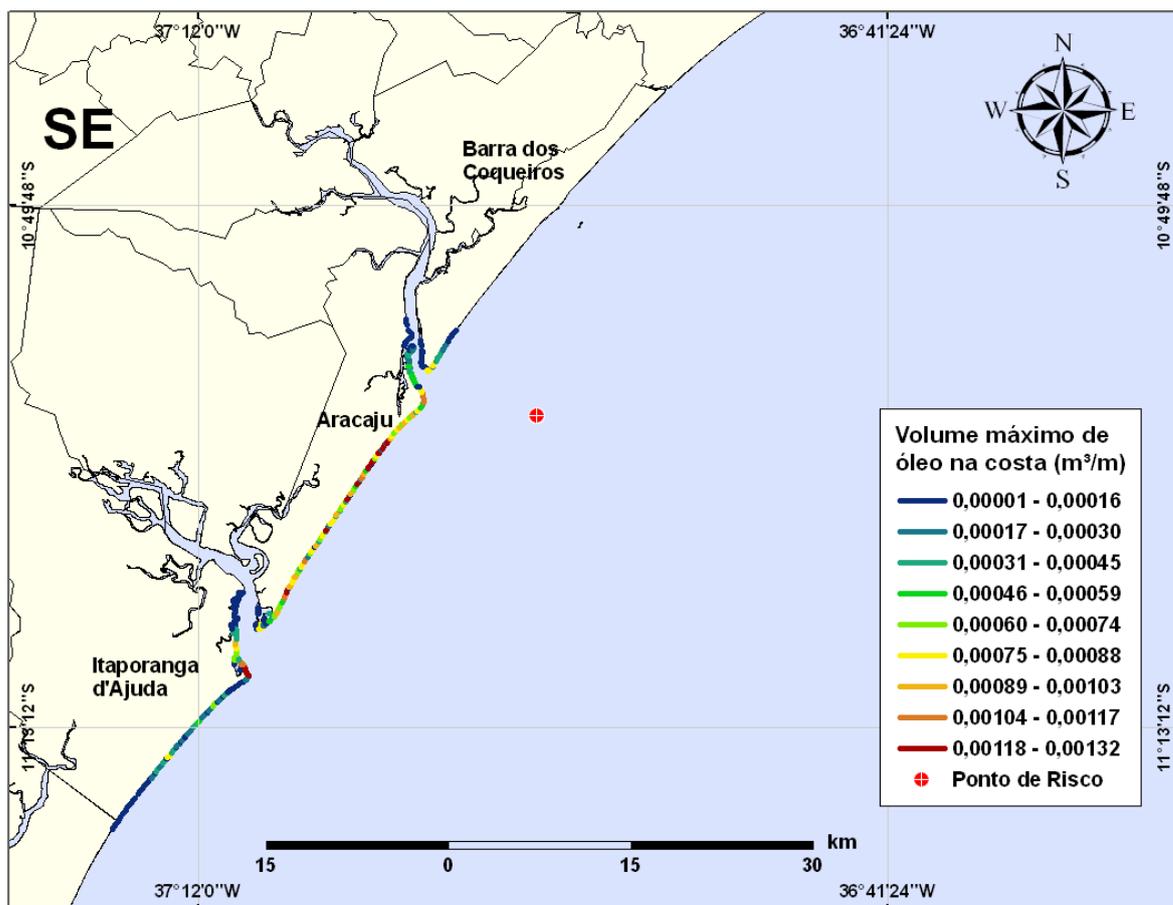


Figura III-32 - Cenário PCM9_VER_8_30D. (Fase: instalação/produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

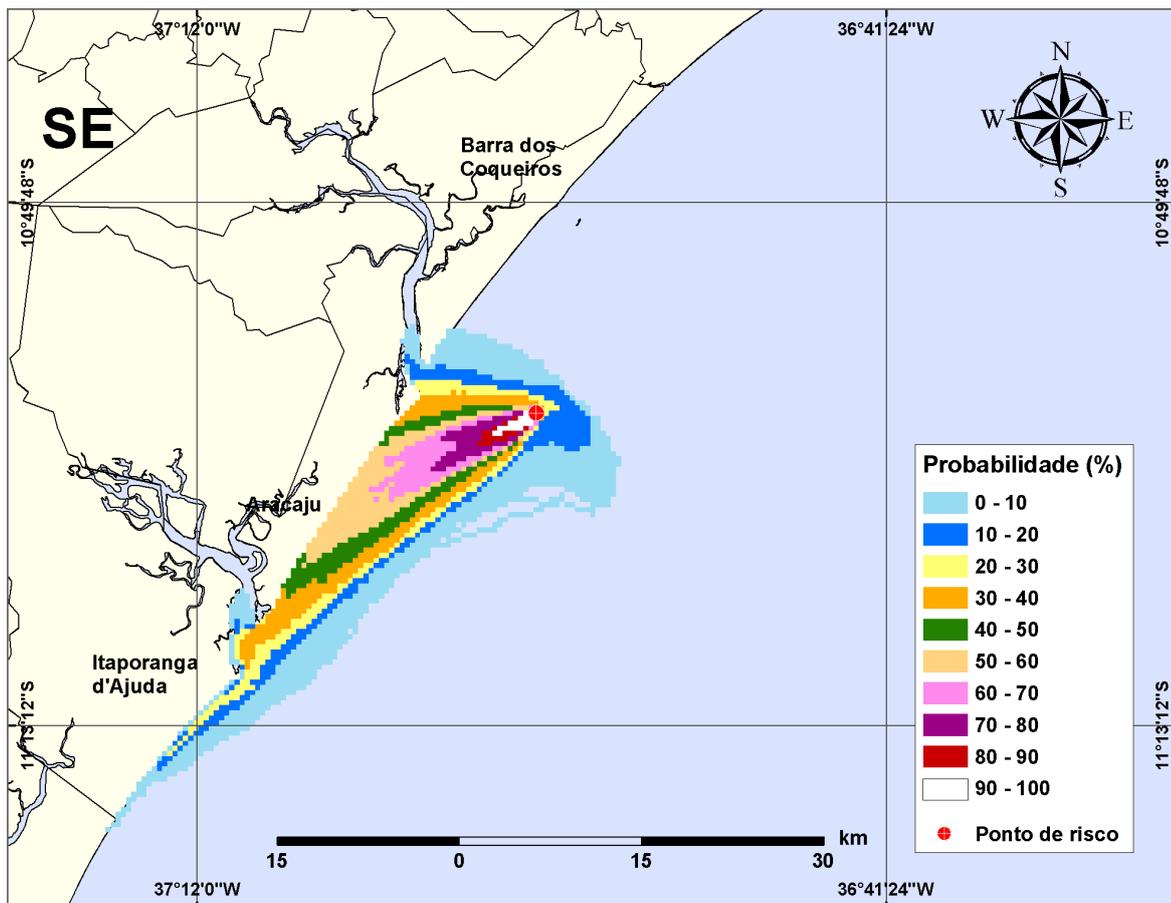


Figura III-33 - Cenário PCM9_VER_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

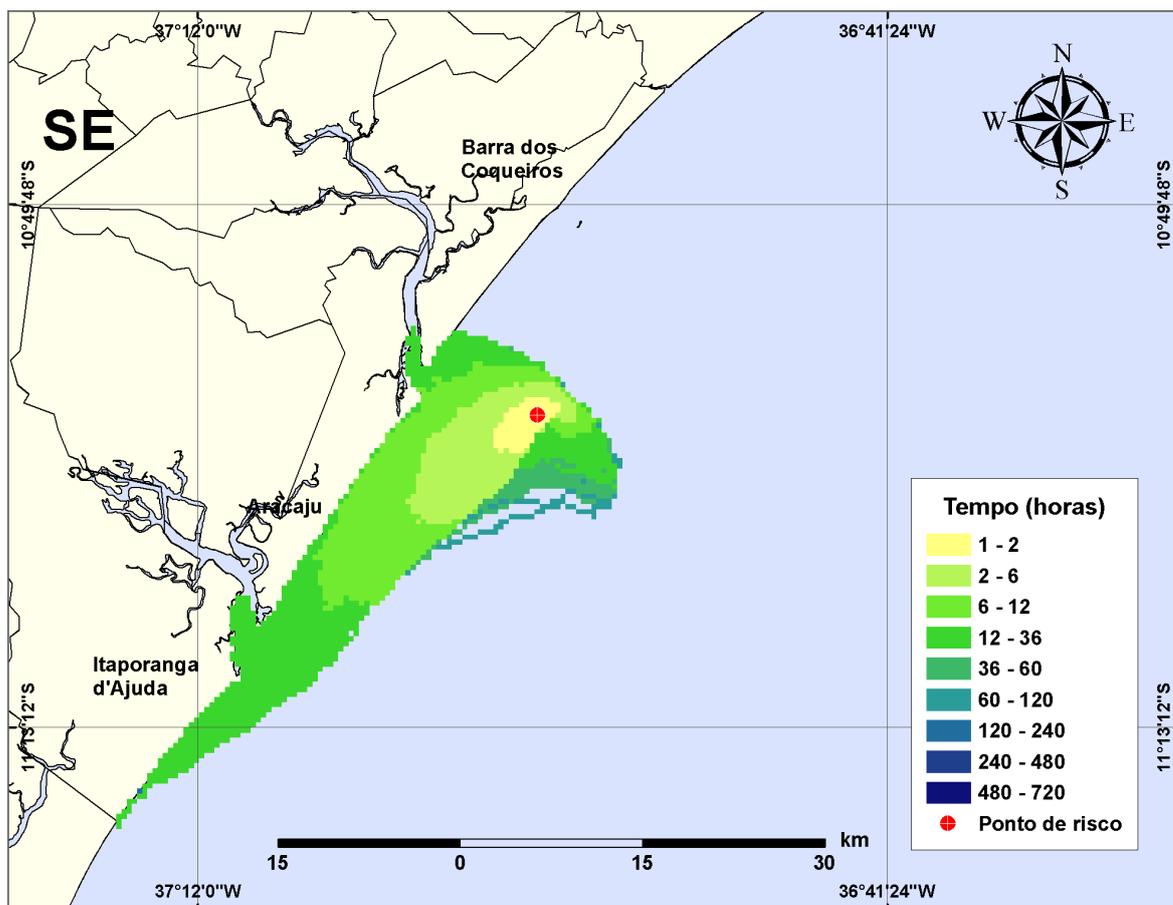


Figura III-34 - Cenário PCM9_VER_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

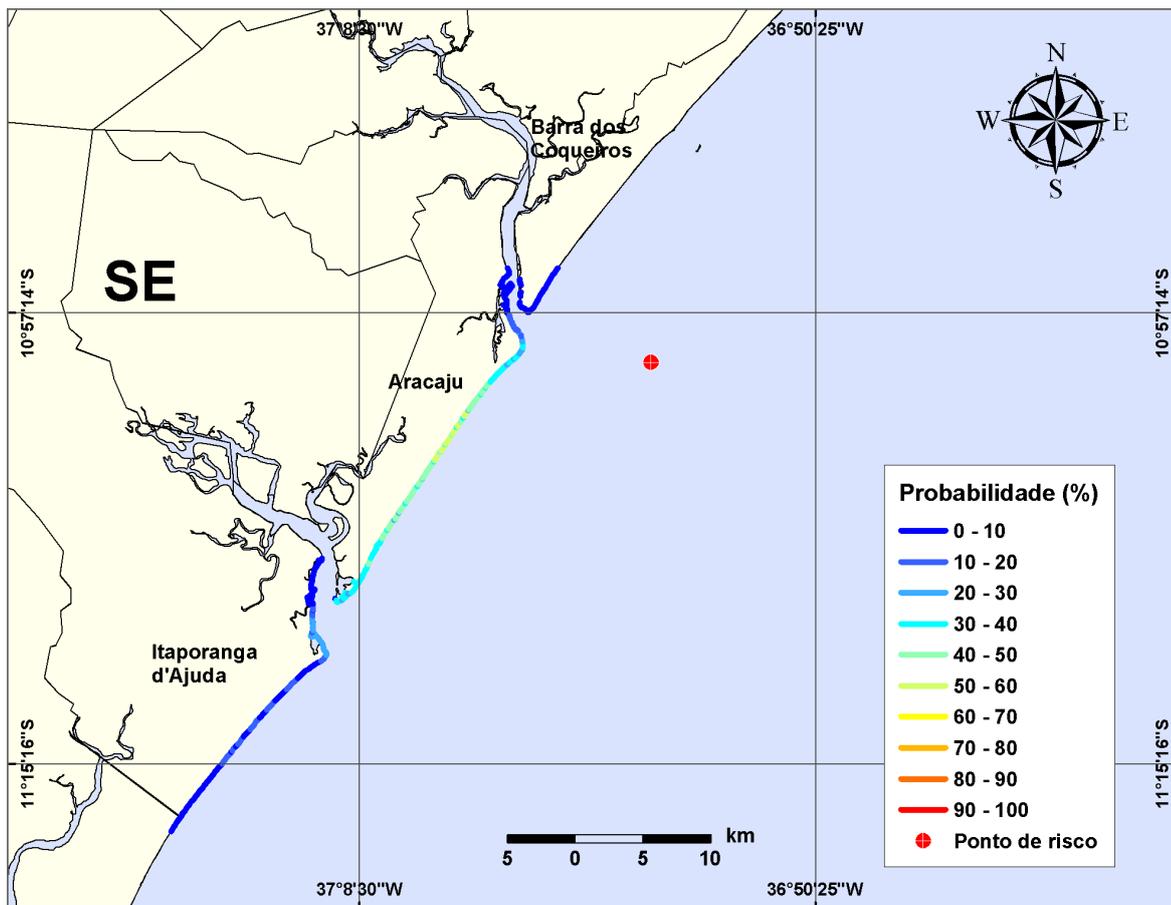


Figura III-35 - Cenário PCM9_VER_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

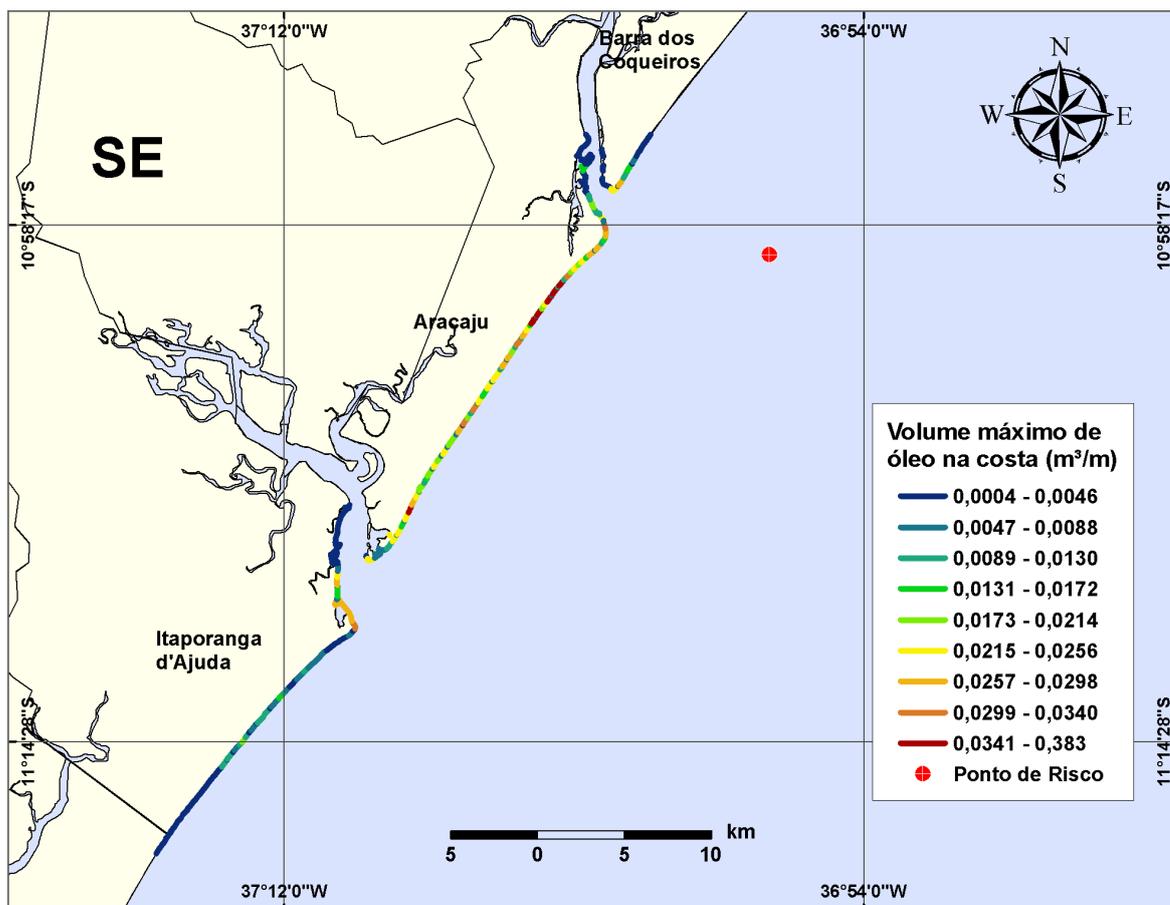


Figura III-36 - Cenário PCM9_VER_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

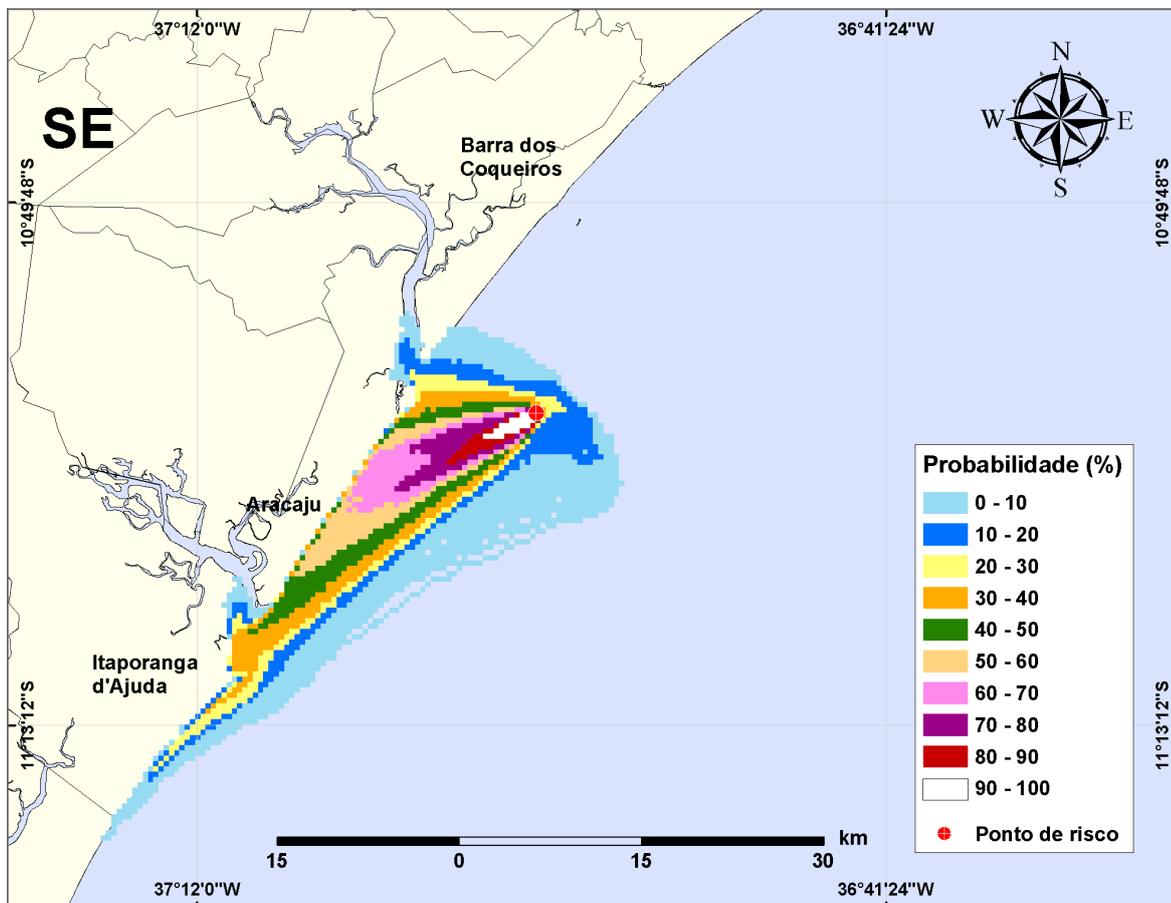


Figura III-37 - Cenário PCM9_VER_248_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

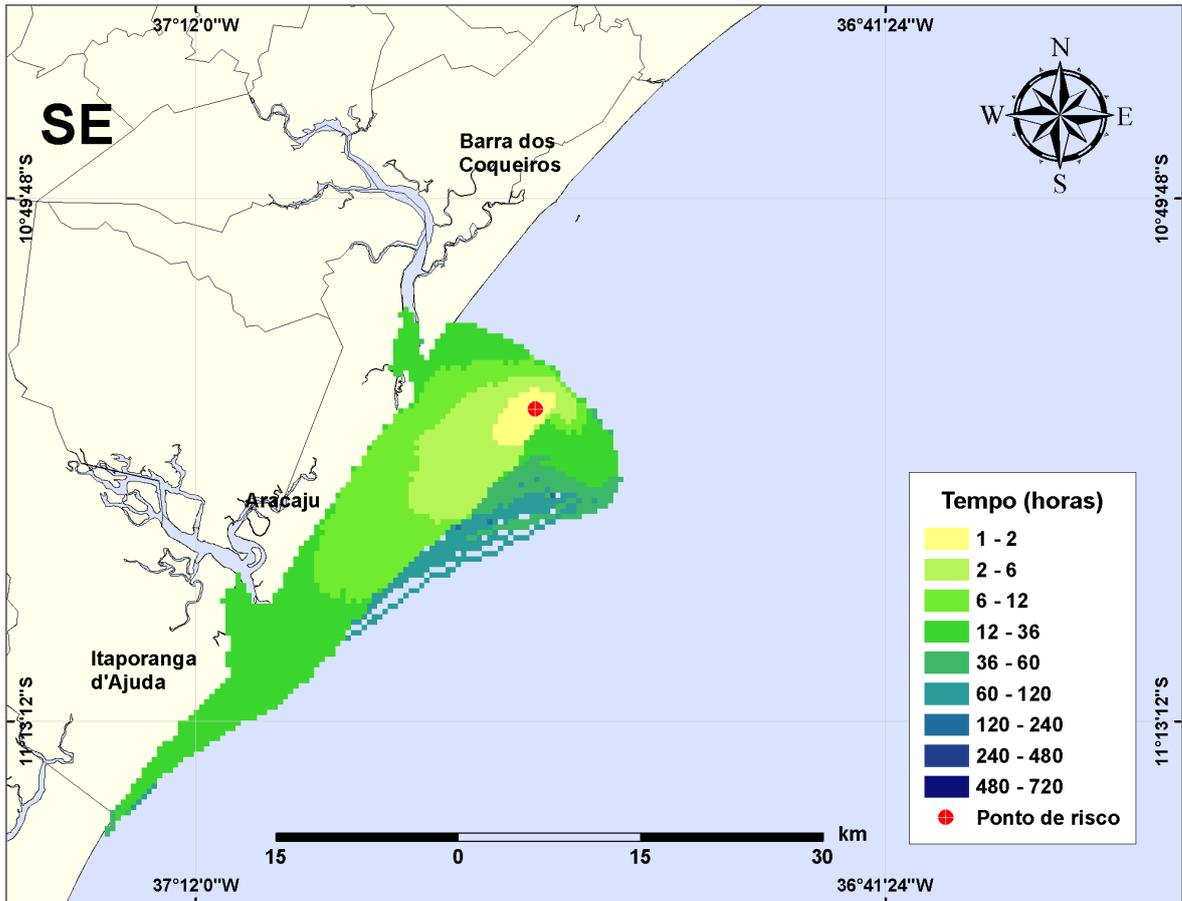


Figura III-38 - Cenário PCM9_VER_248_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

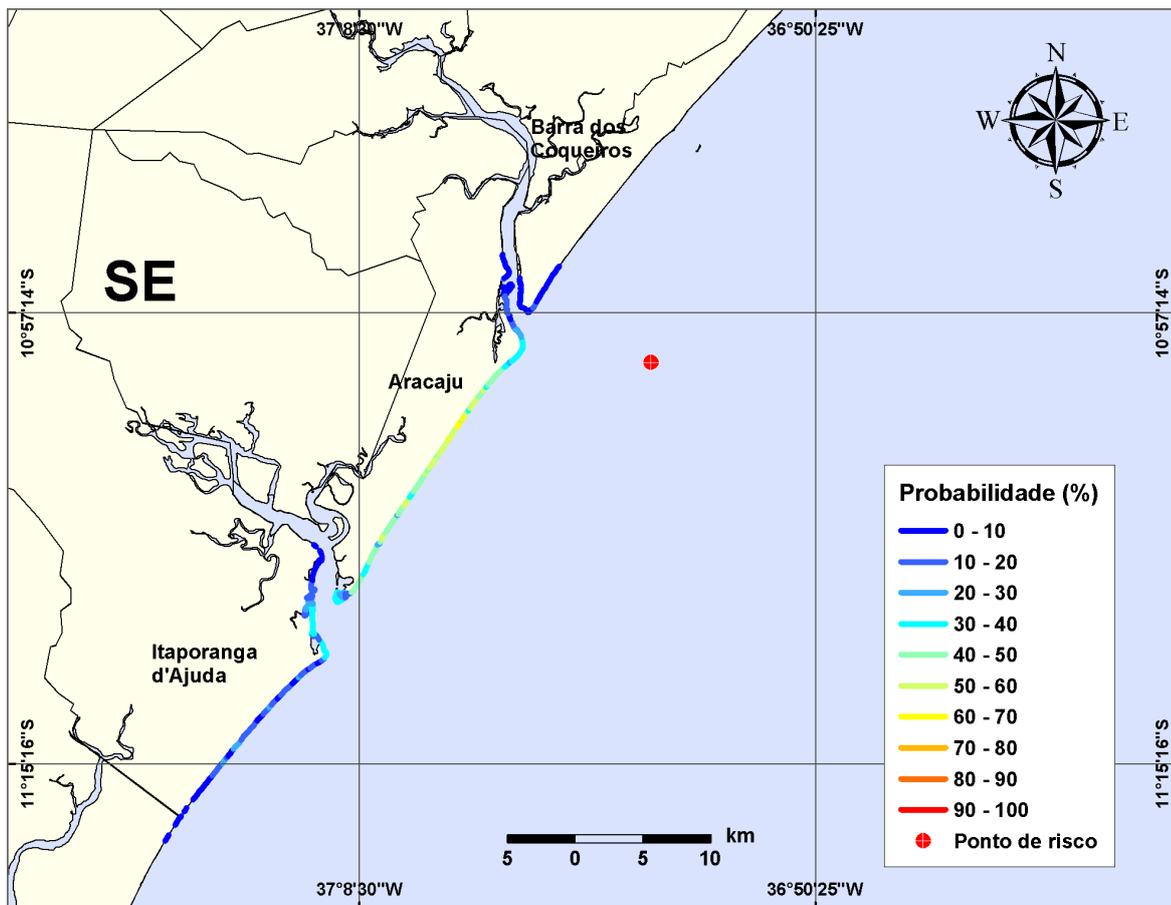


Figura III-39 - Cenário PCM9_VER_248_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

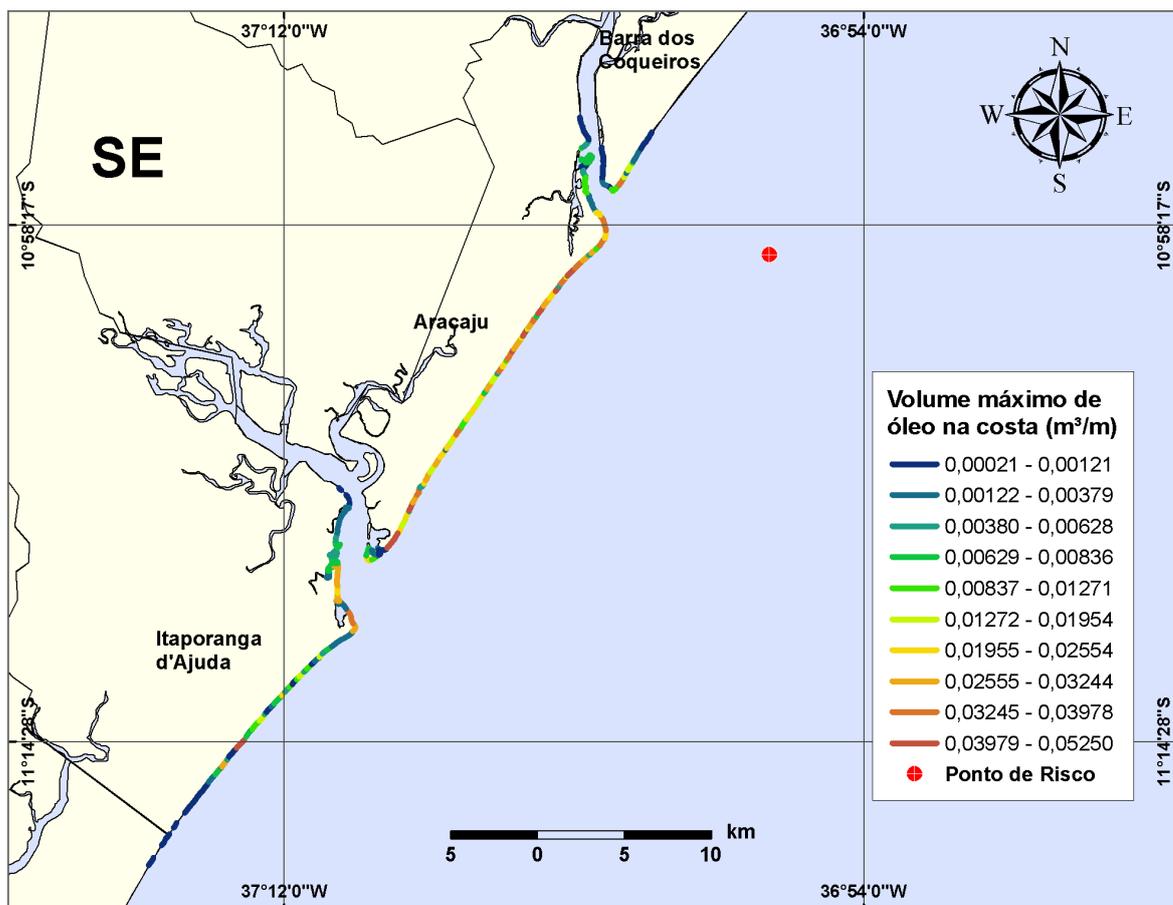


Figura III-40 - Cenário PCM9_VER_248_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

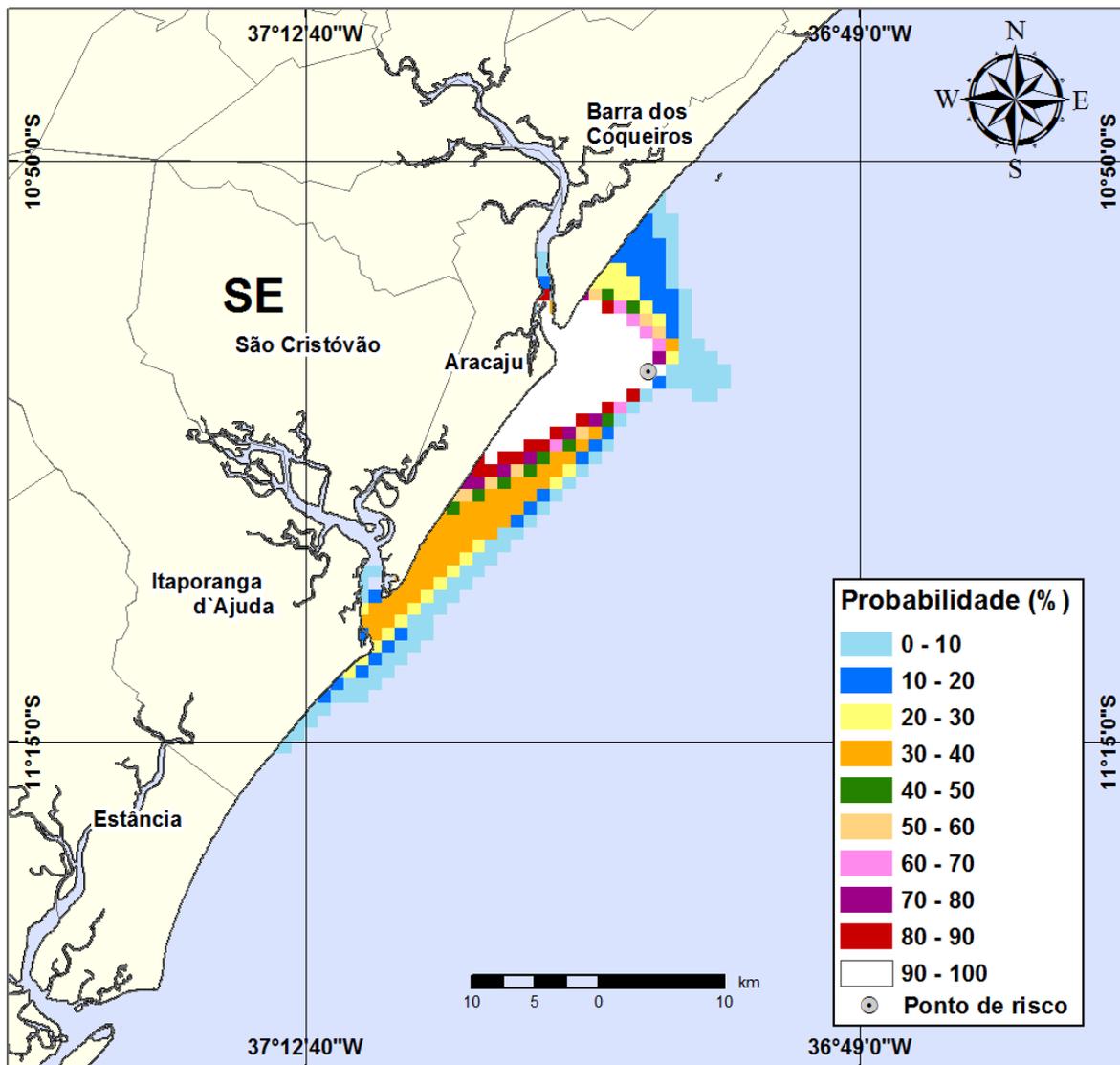


Figura III-41 - Cenário CM10_VER_420_60D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-CM10, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 420 m³ (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.

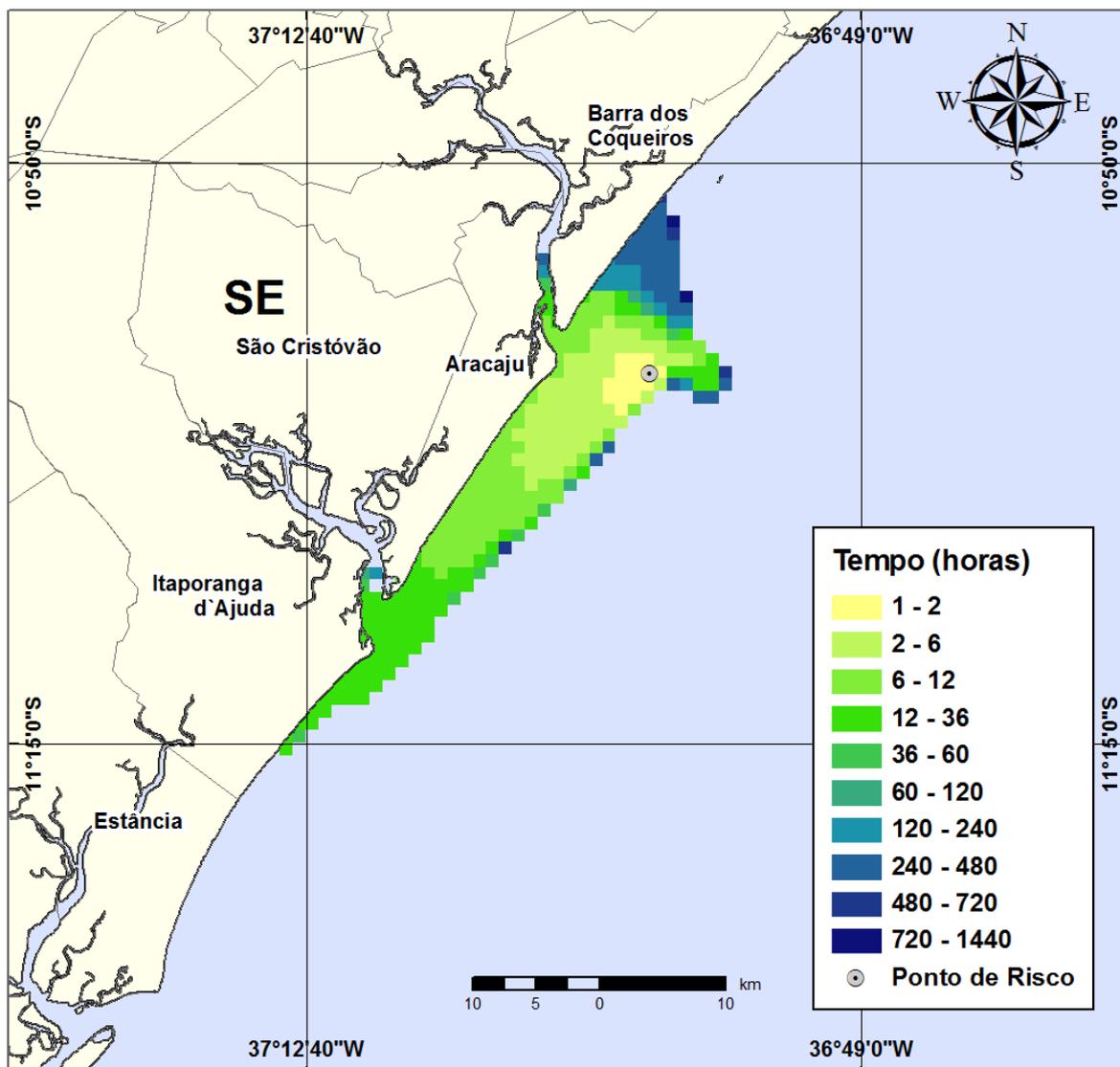


Figura III-42 - Cenário CM10_VER_420_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-CM10, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 420 m³ (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.

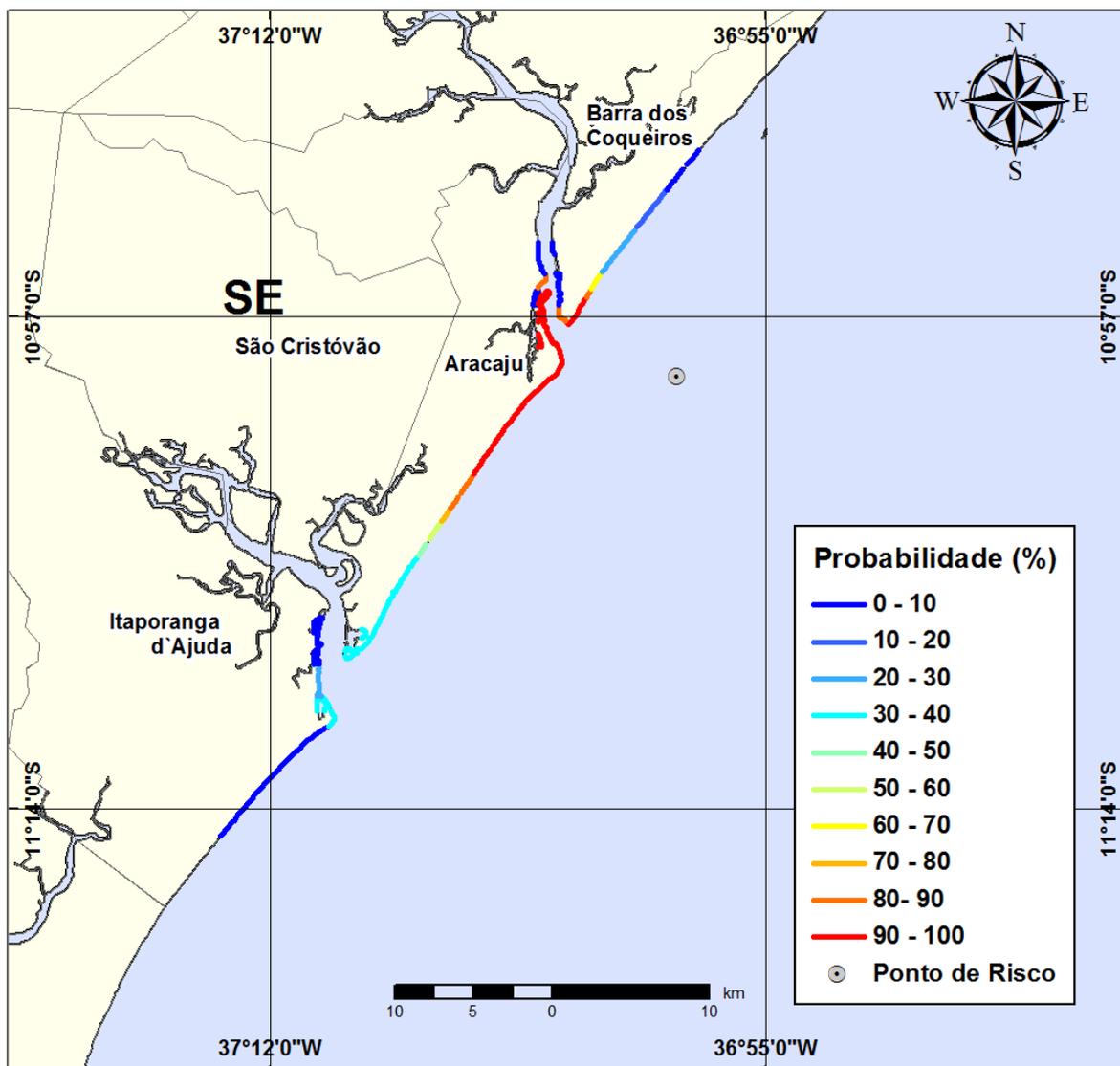


Figura III-43 - Cenário CM10_VER_420_60D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-CM10, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 420 m³ (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.

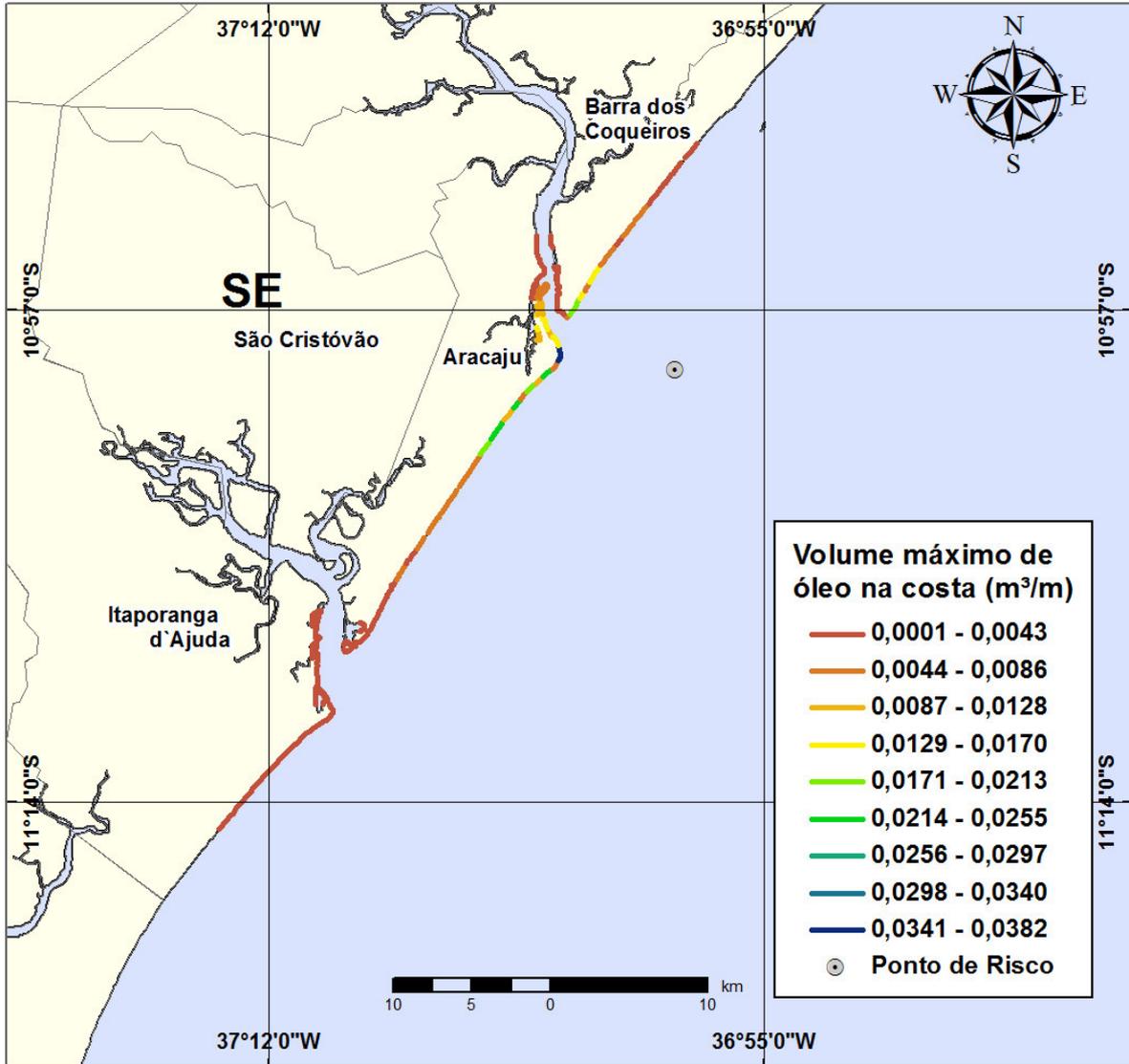


Figura III-44 - Cenário CM10_VER_420_60D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-CM10, do Campo Camorim, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 420 m³ (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.

Nas figuras III-45 a III-88 são apresentados os resultados das simulações decorrentes de potenciais acidentes dentro do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto).

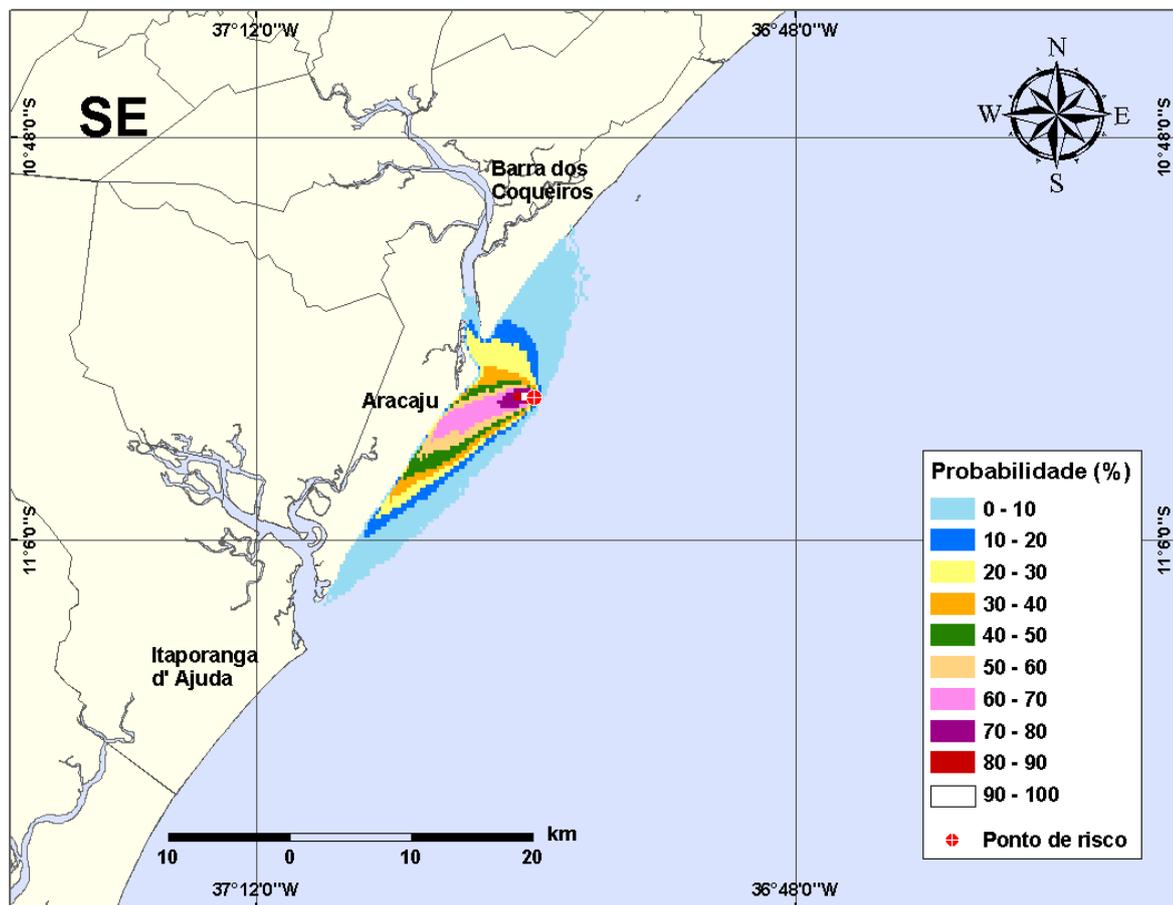


Figura III-45 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

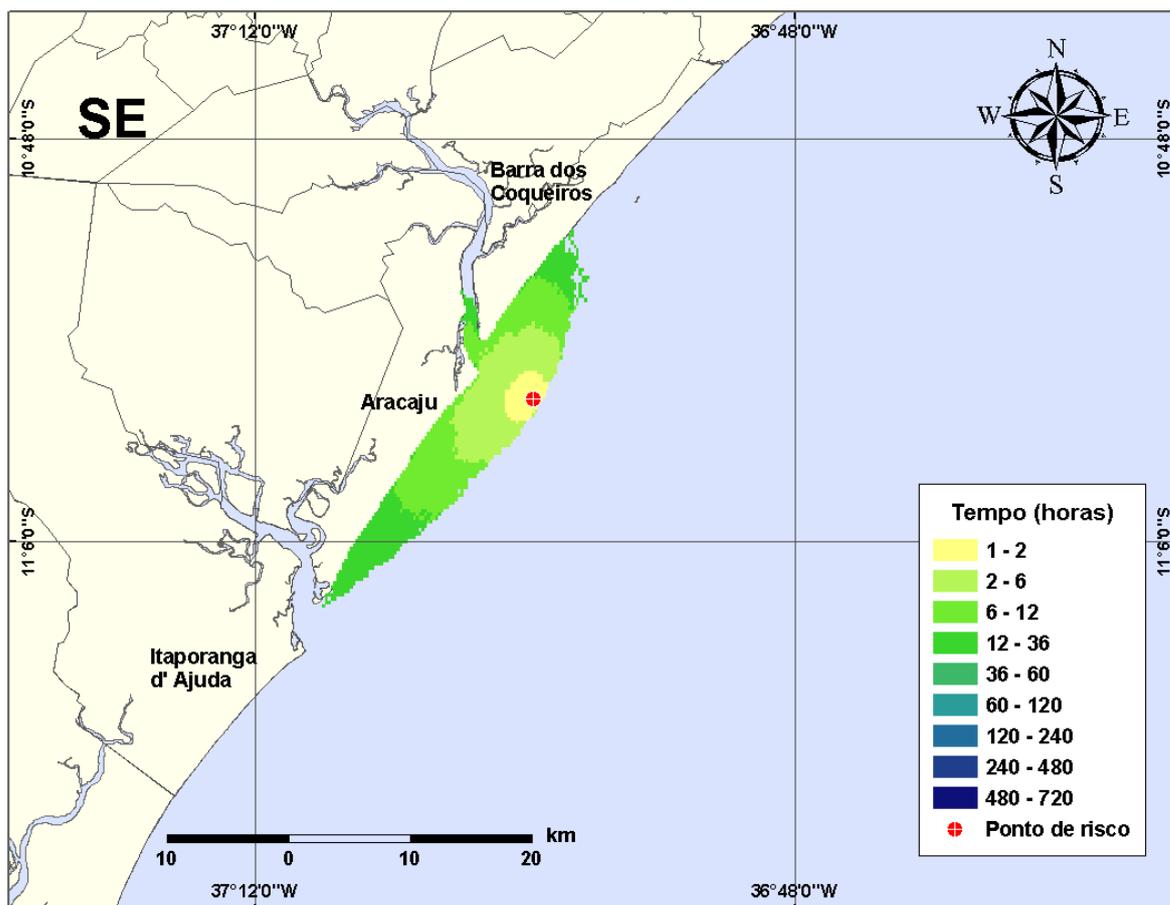


Figura III-46 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

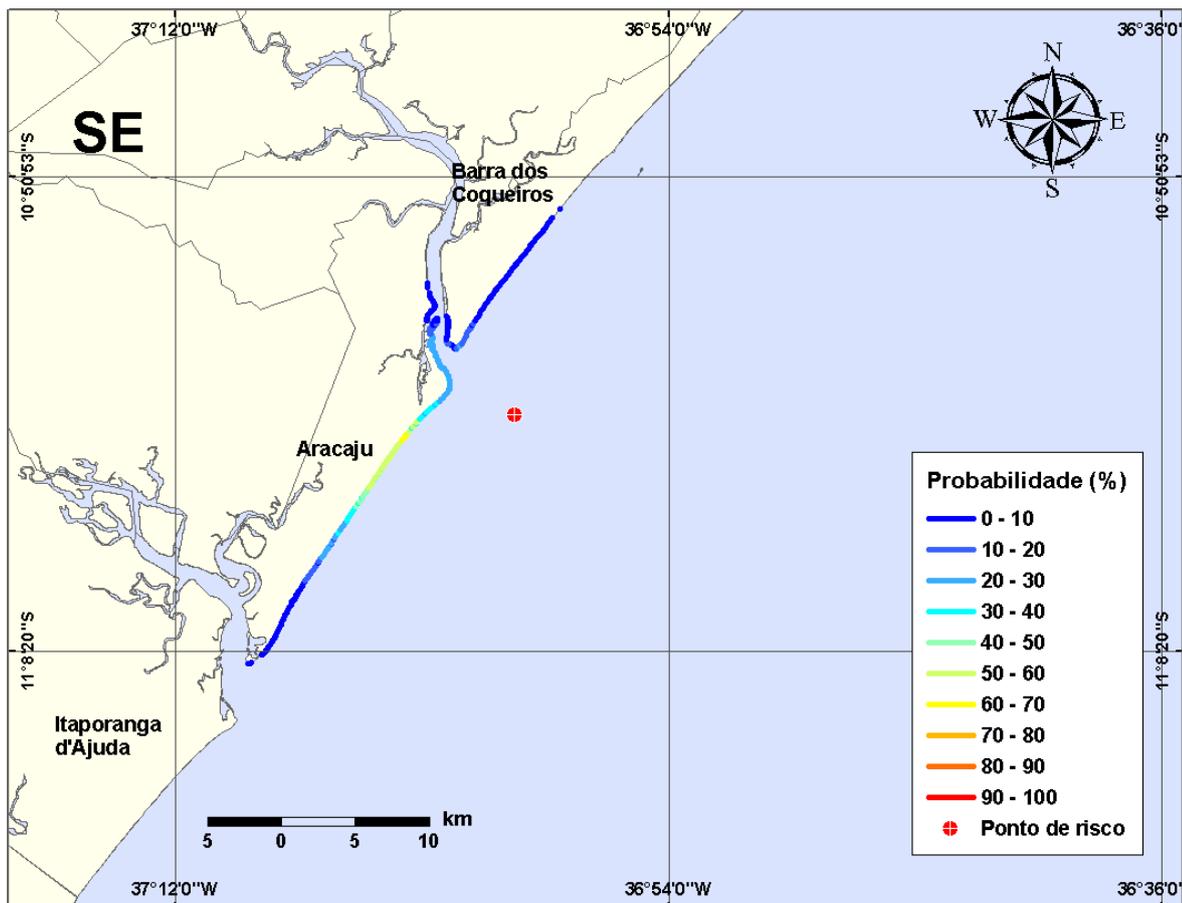


Figura III-47 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

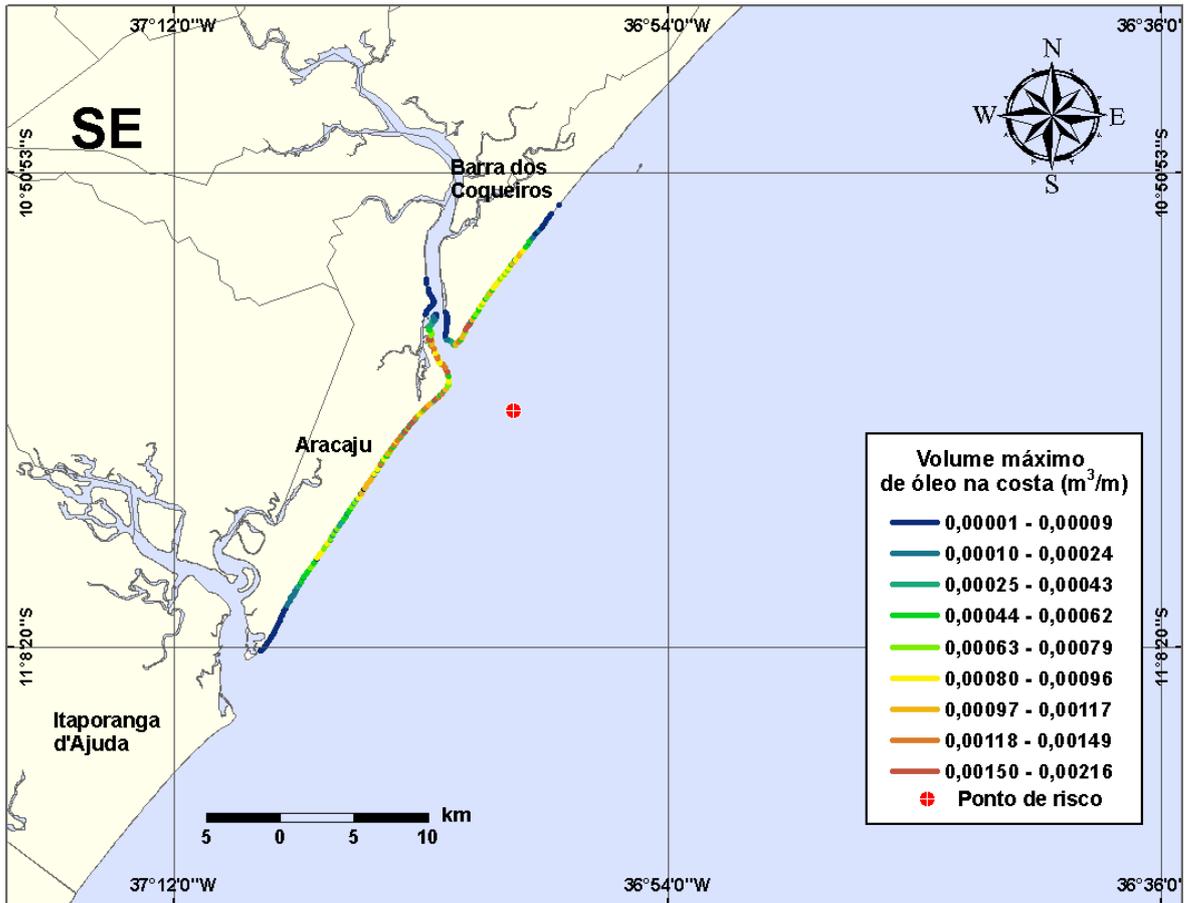


Figura III-48 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_8_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

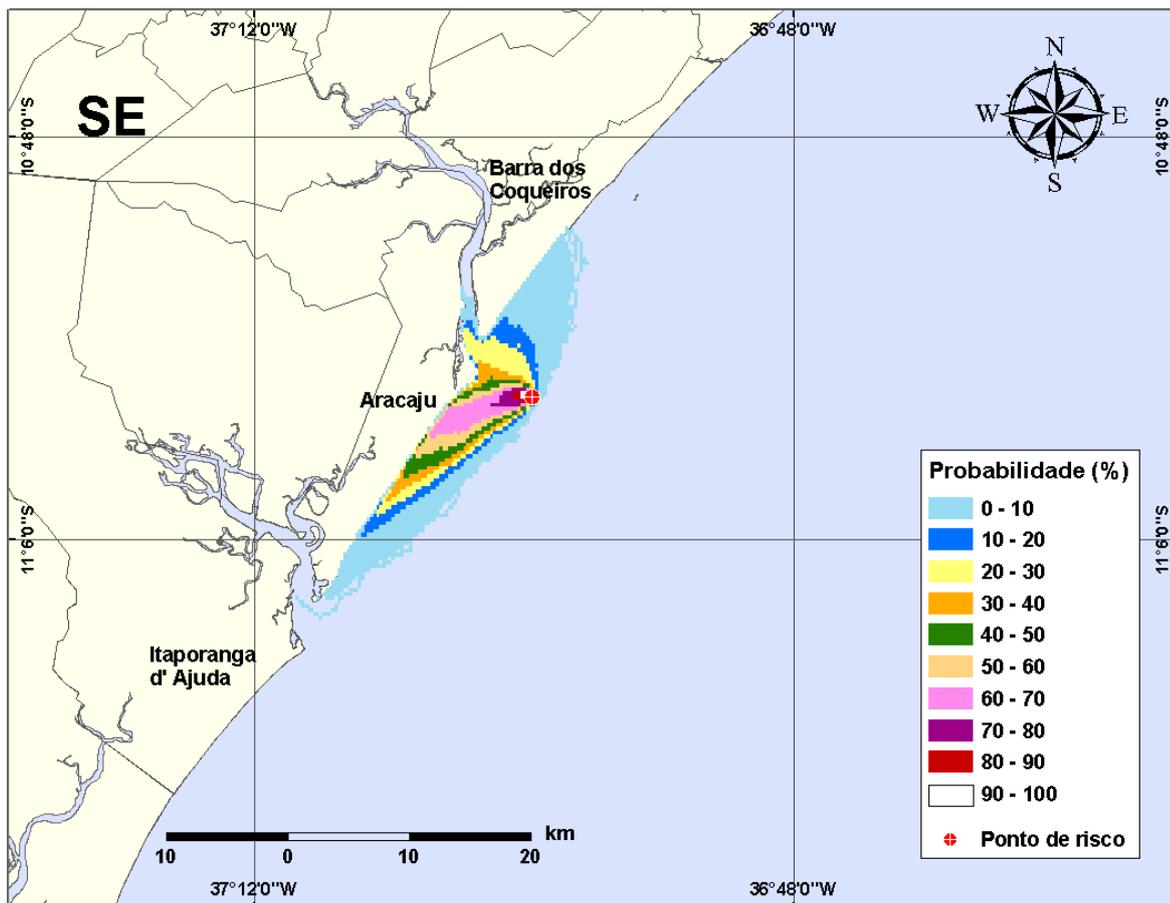


Figura III-49 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_200_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

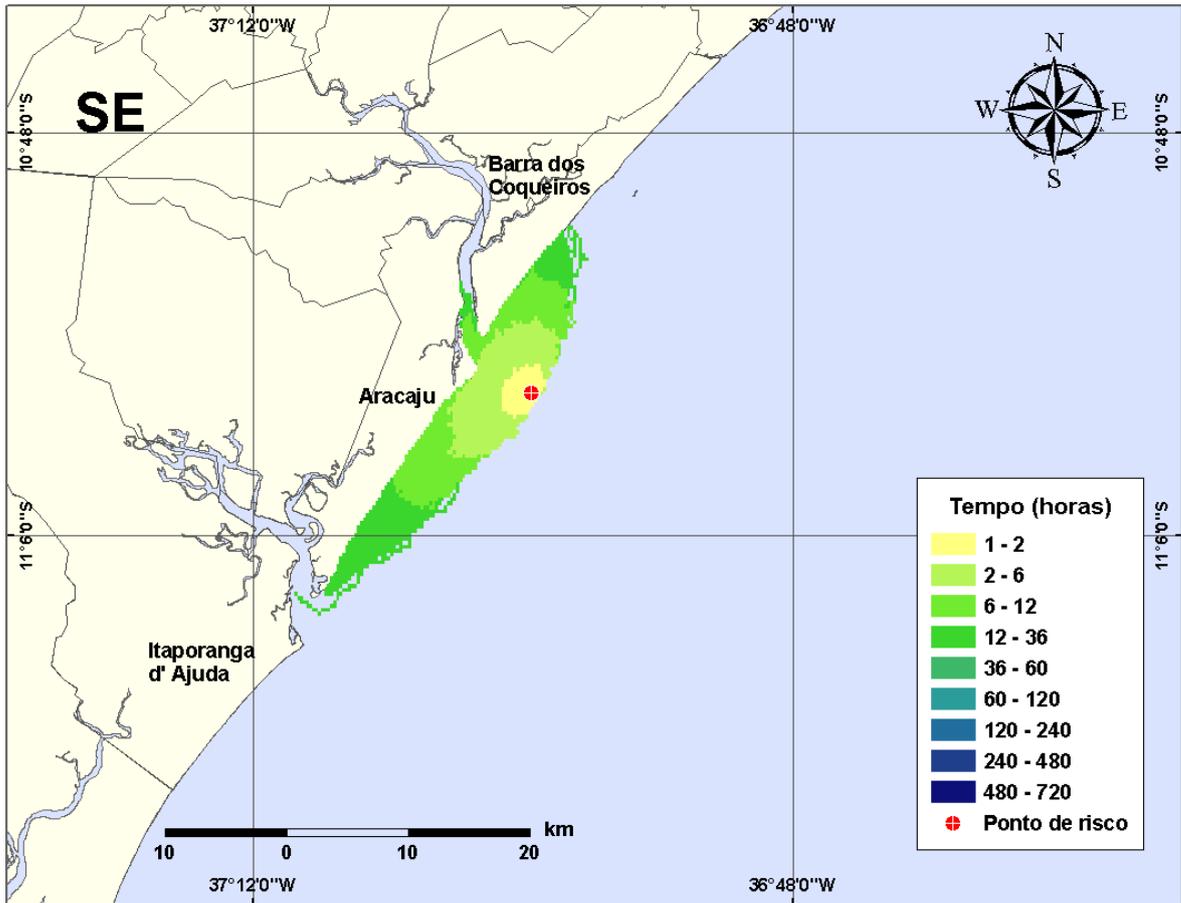


Figura III-50 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_200_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

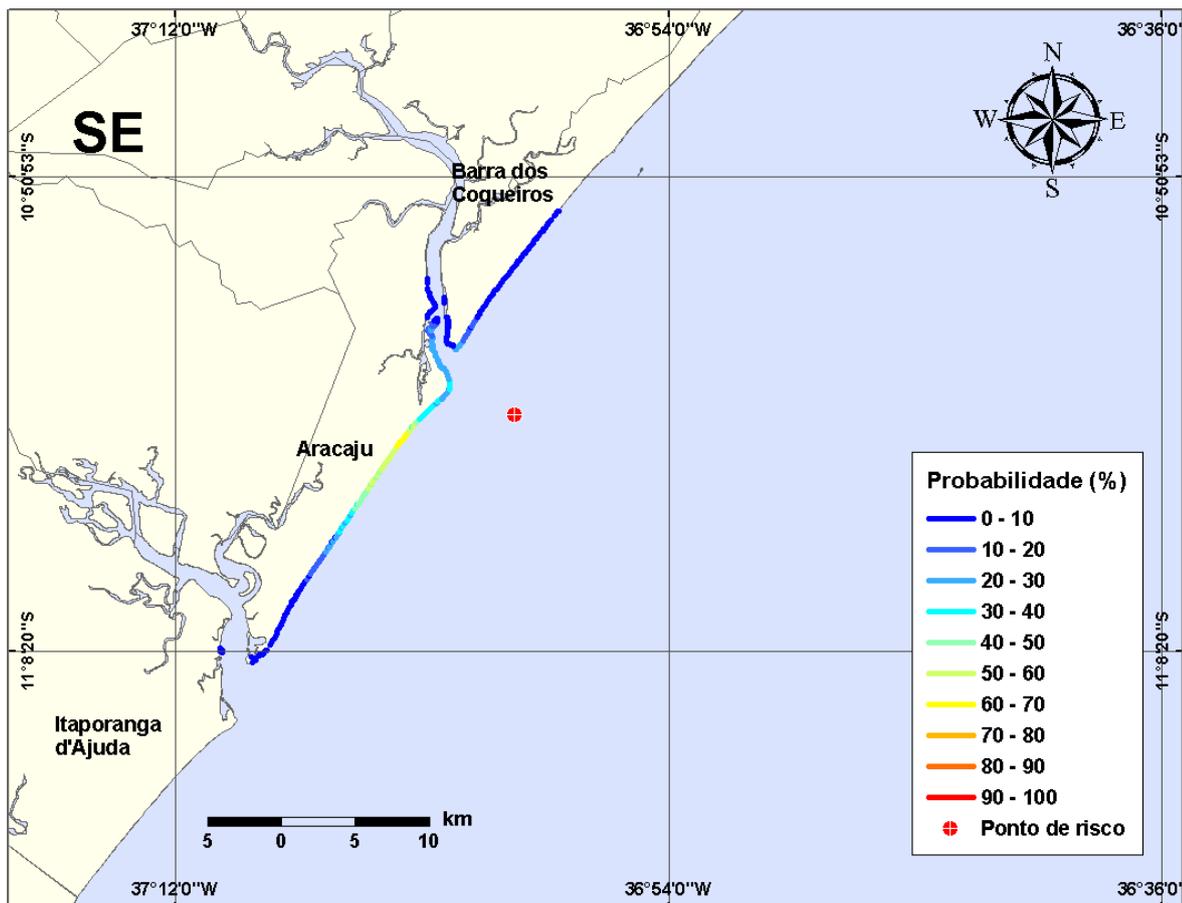


Figura III-51 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_200_30D. (Fase: instalação/perfuração).
Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

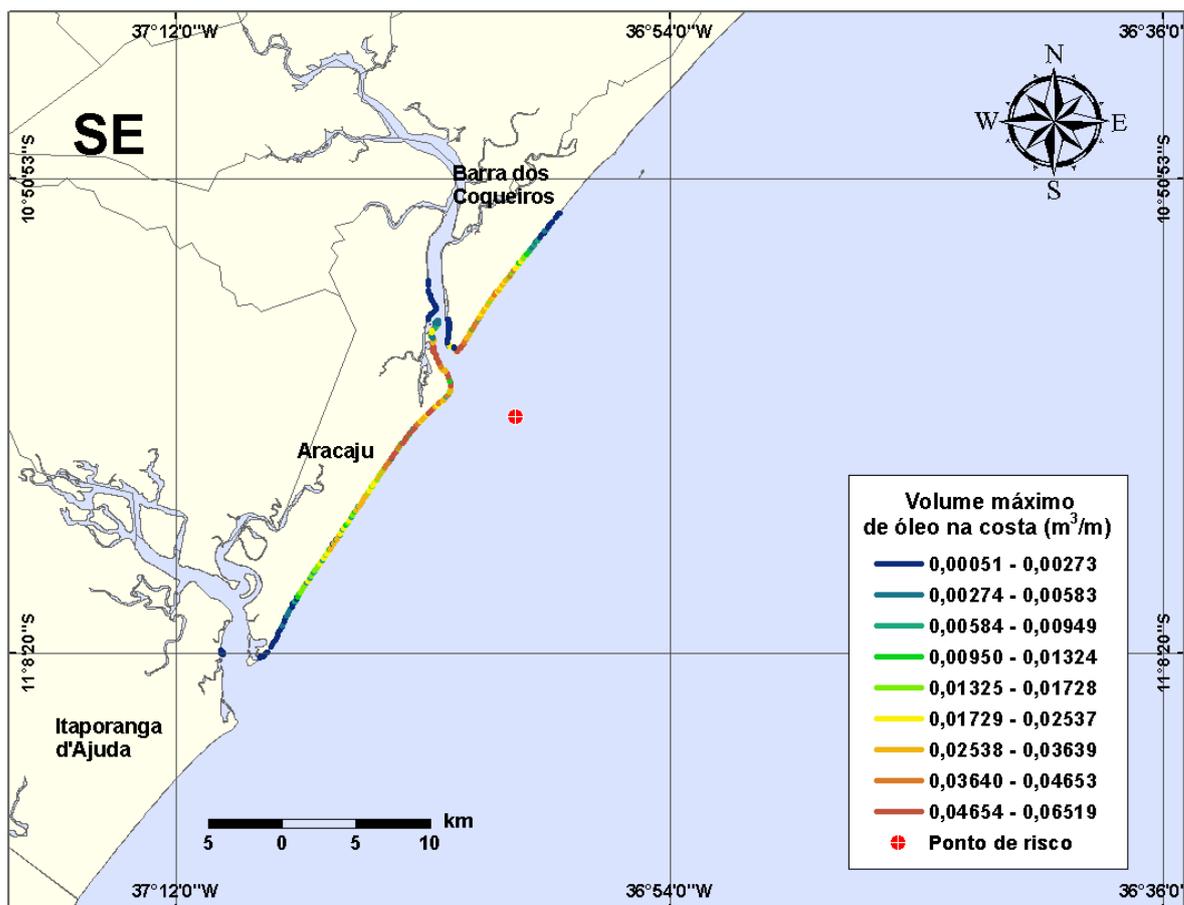


Figura III-52 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_200_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

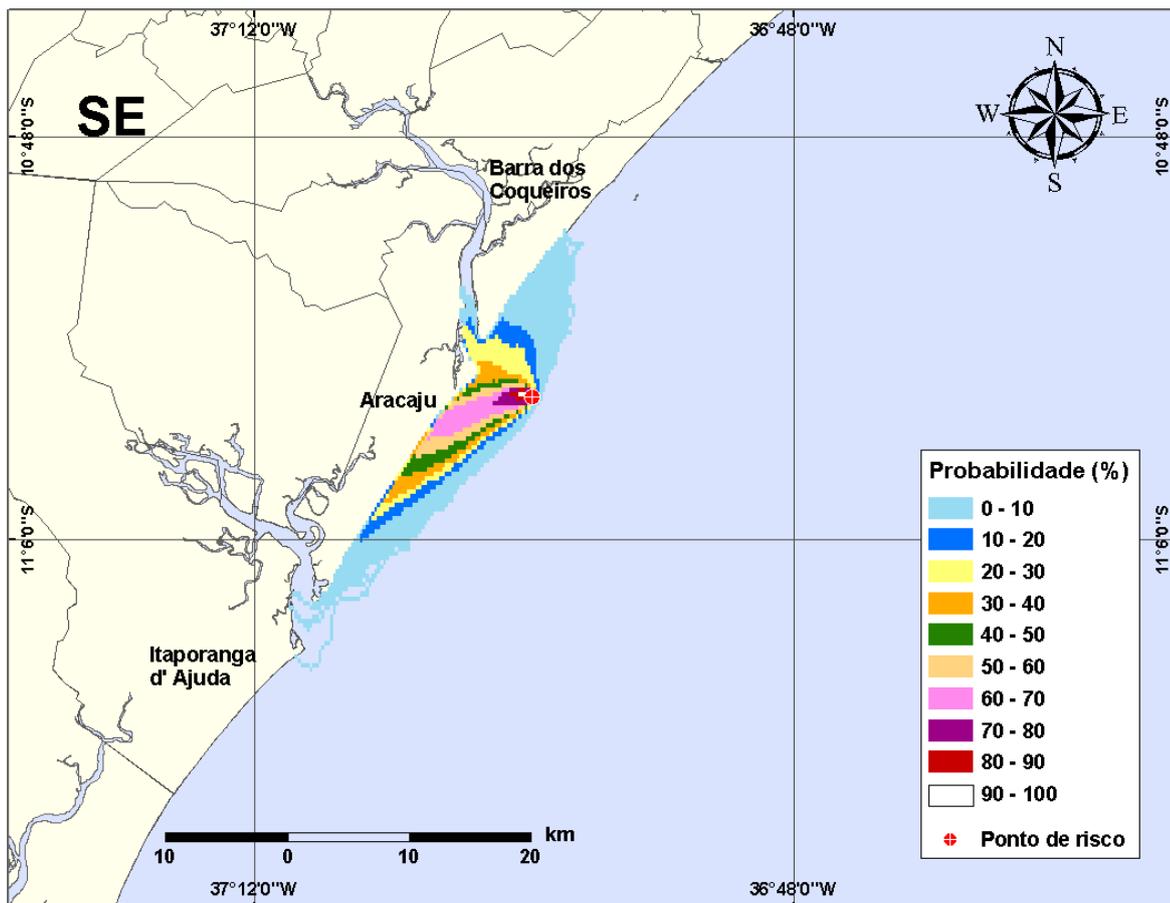


Figura III-53 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

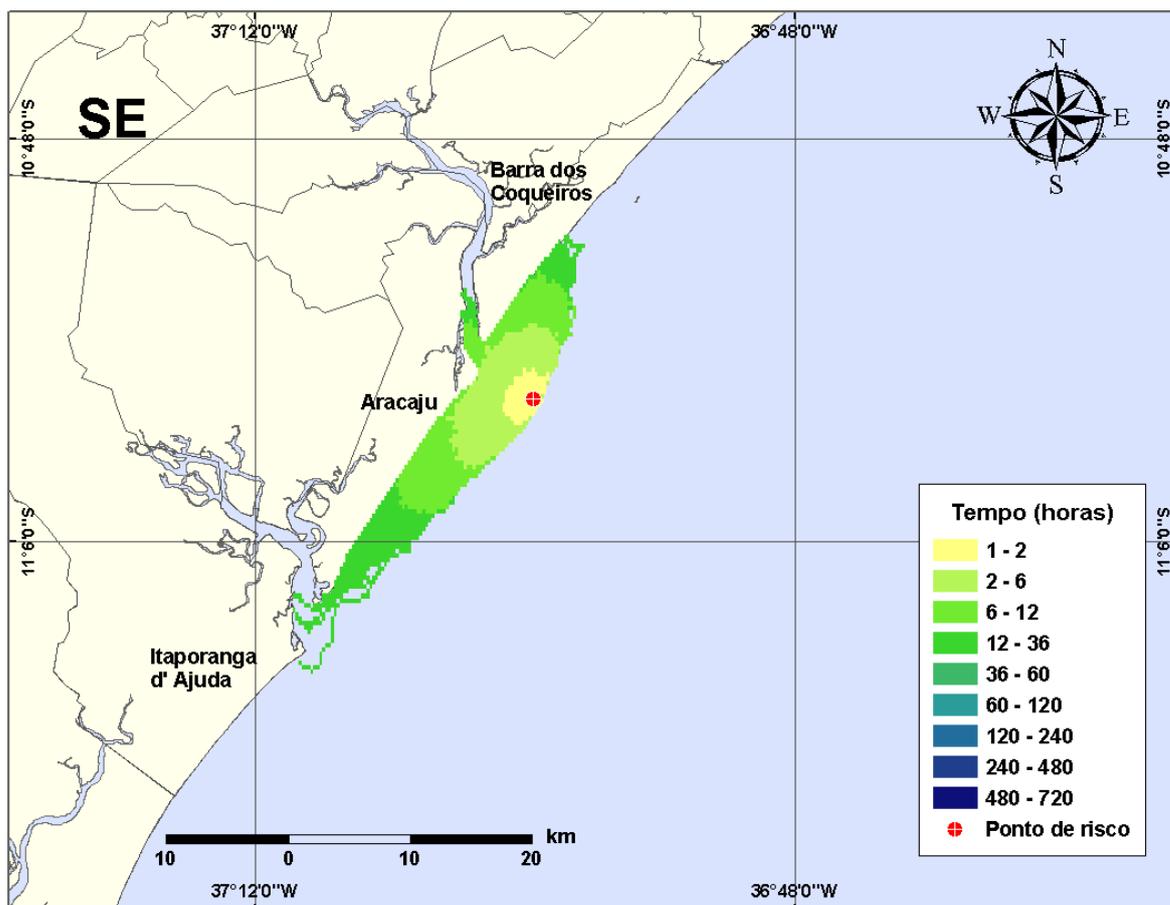


Figura III-54 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

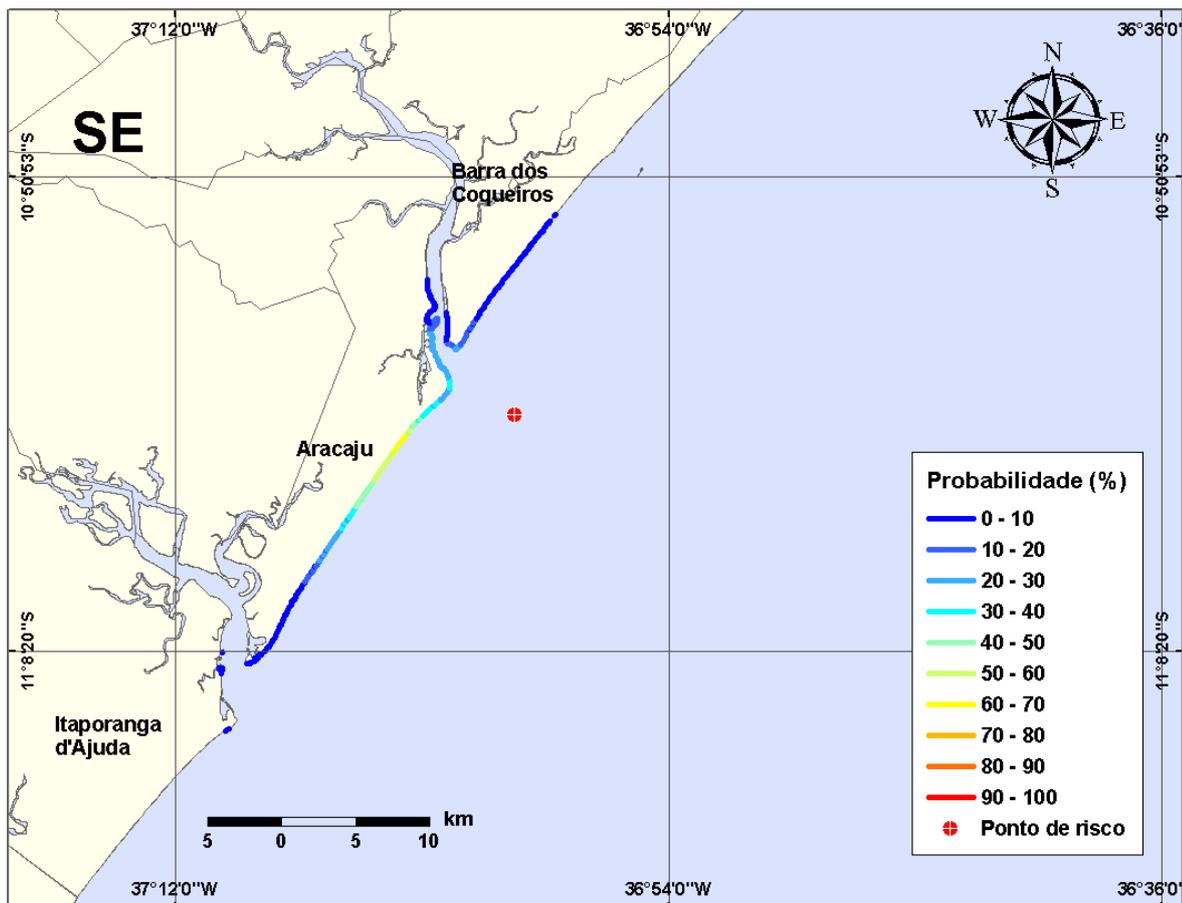


Figura III-55 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

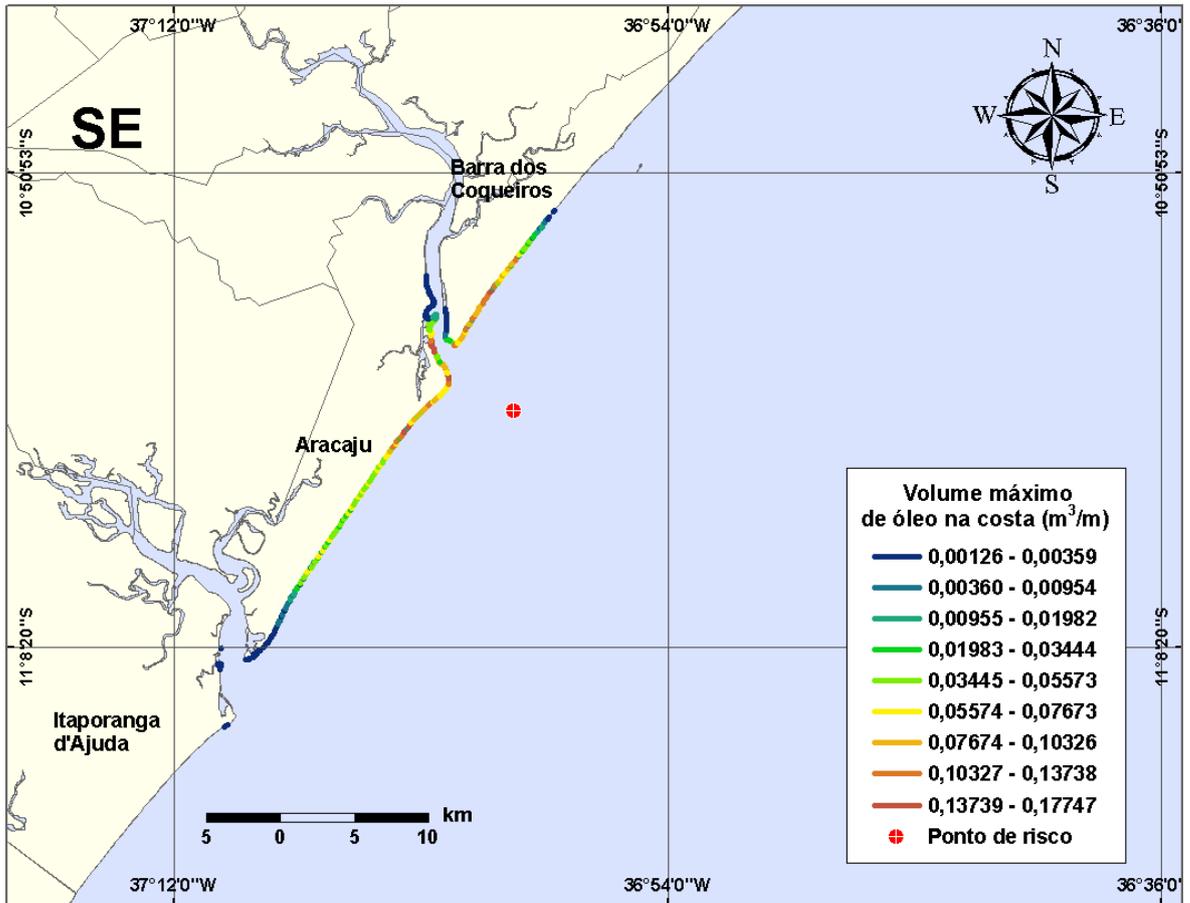


Figura III-56 - Cenário PCM1_DIESEL_INV_500_30D. (Fase: instalação/perfuração). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo DIESEL, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 500 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

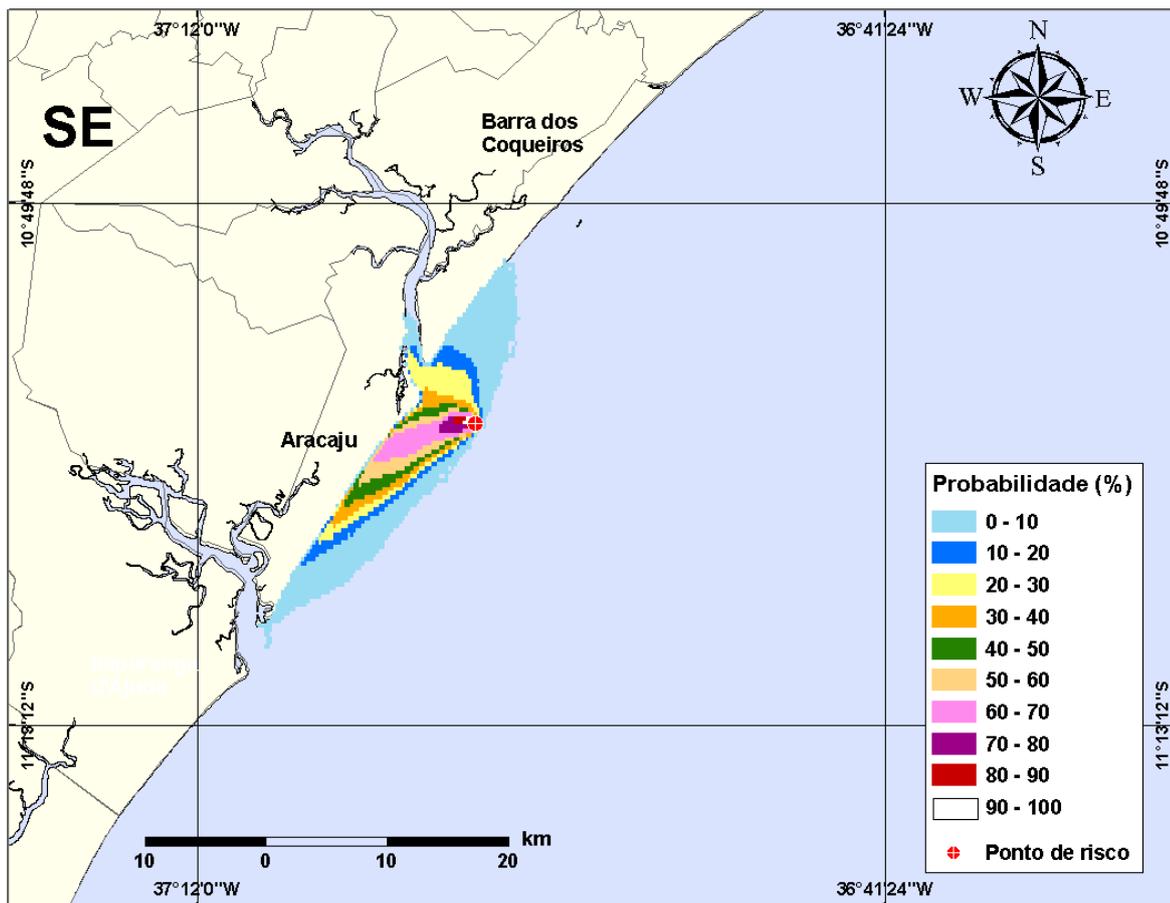


Figura III-57 - Cenário PCM1_INV_8_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

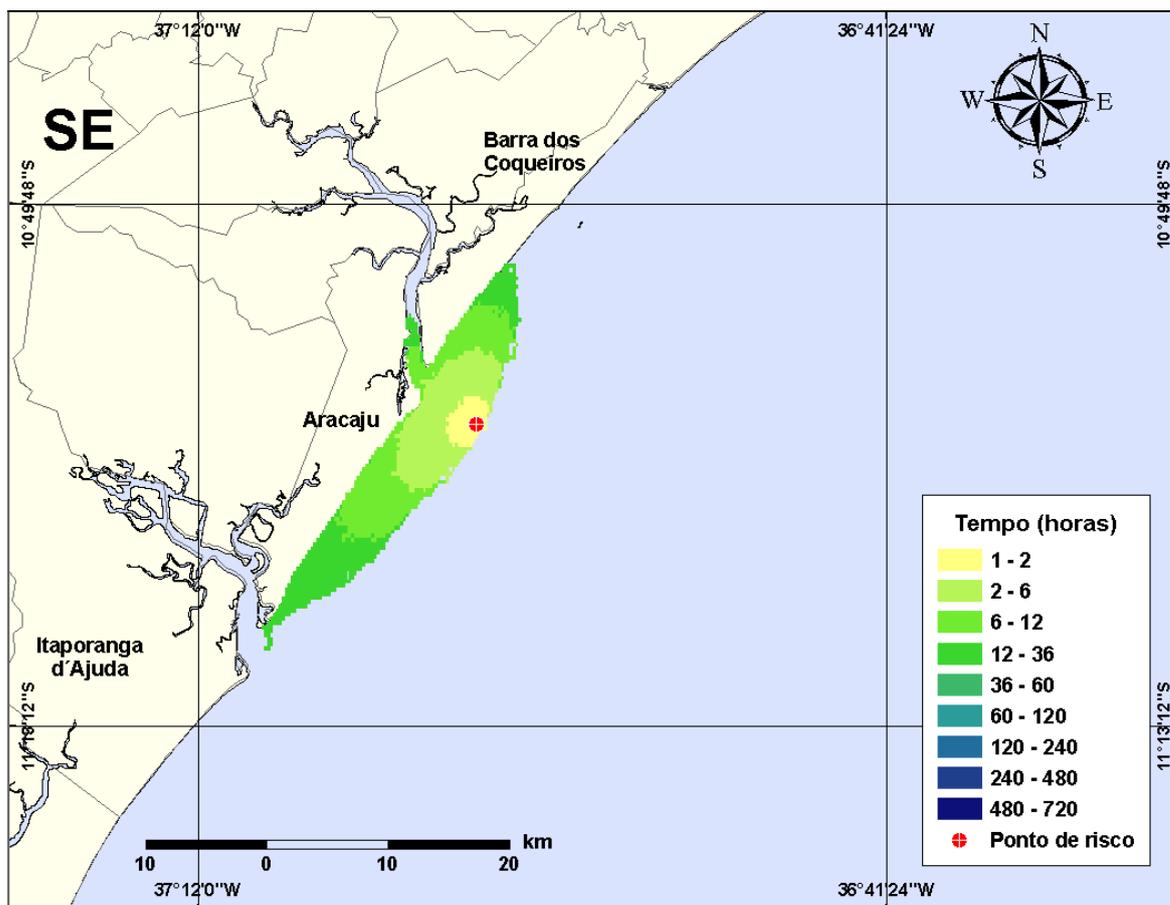


Figura III-58 - Cenário PCM1_INV_8_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m^3 (instantâneo), após 30 dias de simulação.

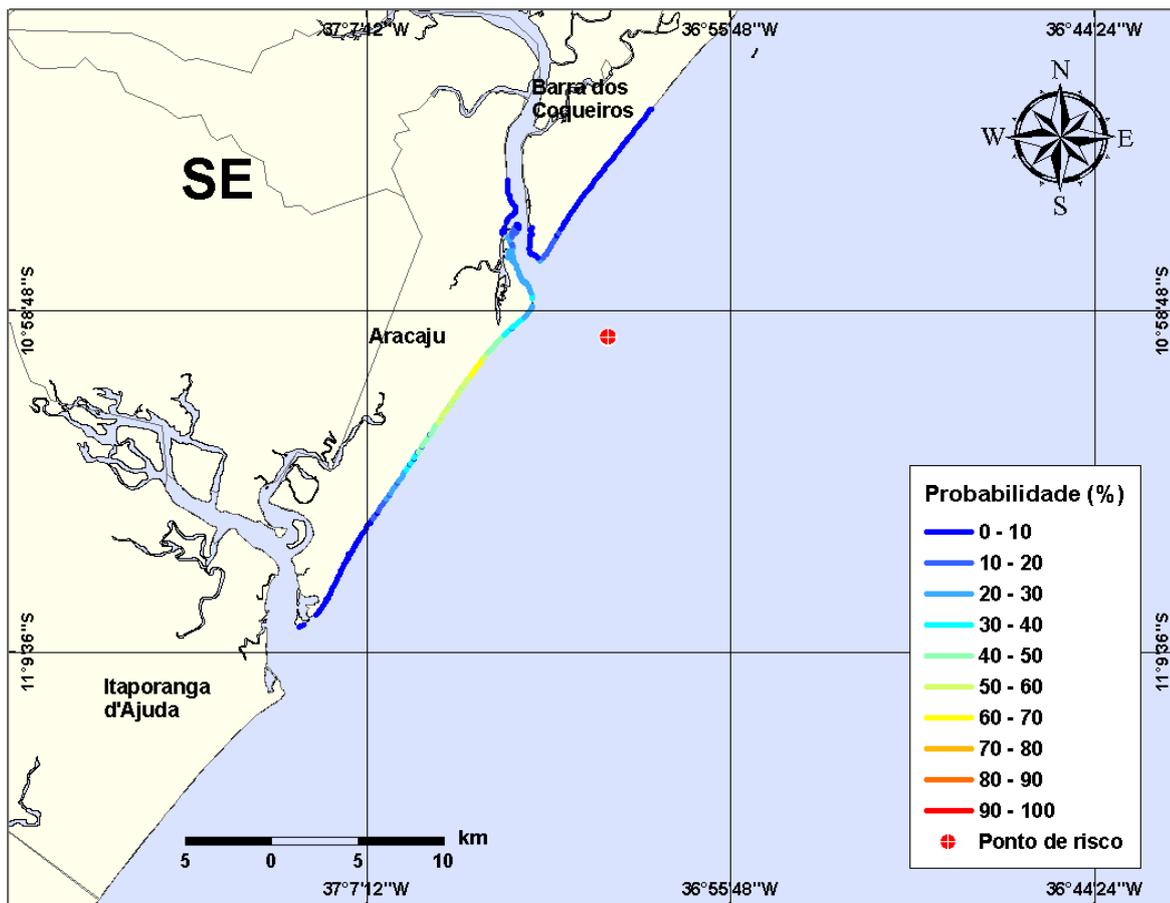


Figura III-59 - Cenário PCM1_INV_8_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

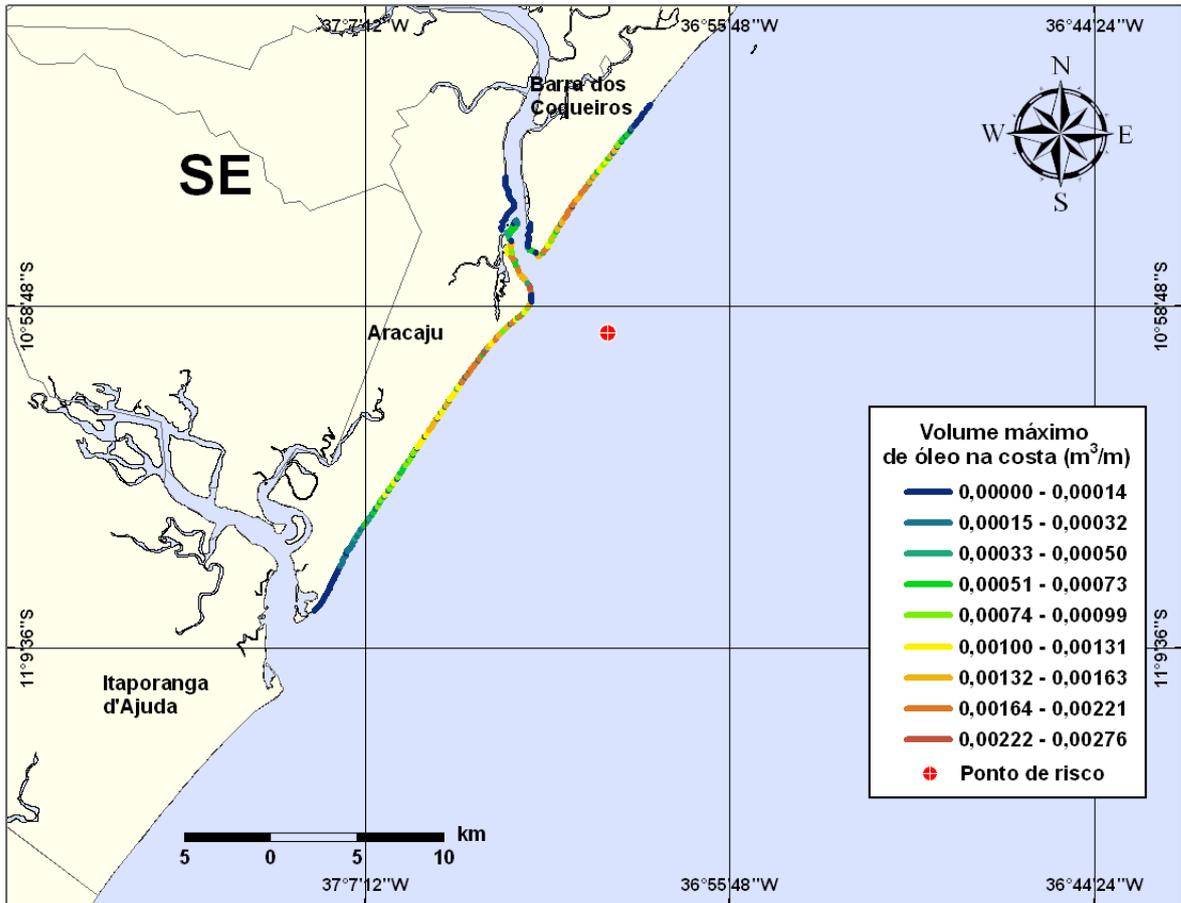


Figura III-60 - Cenário PCM1_INV_8_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

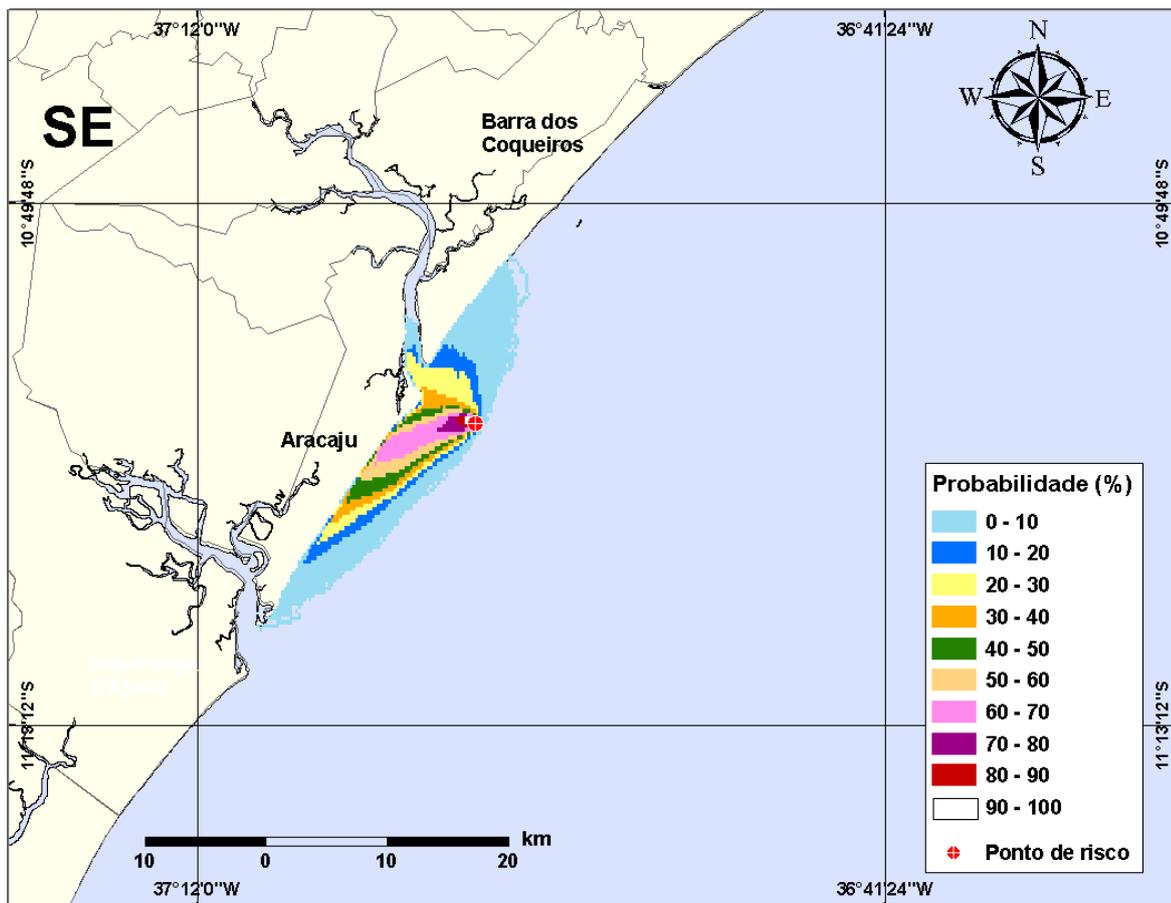


Figura III-61 - Cenário PCM1_INV_200_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

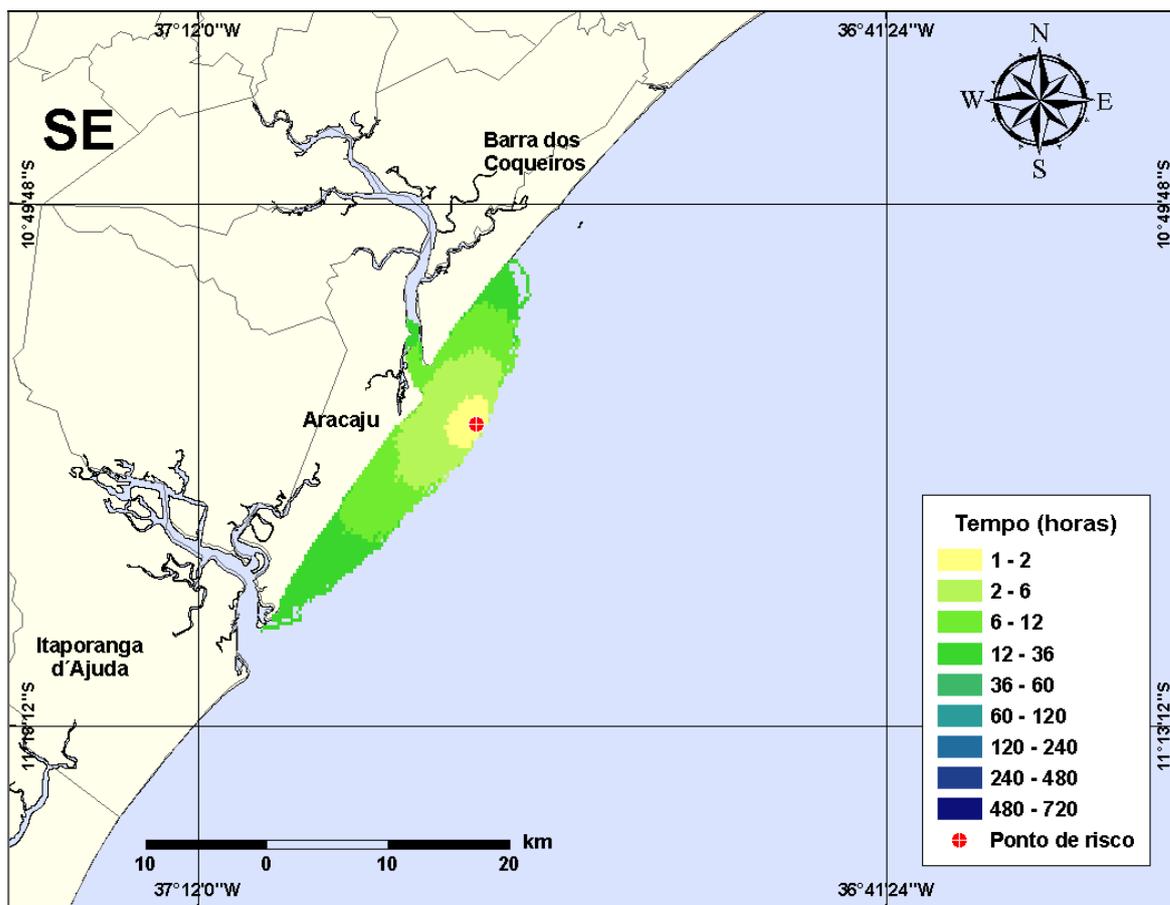


Figura III-62 - Cenário PCM1_INV_200_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

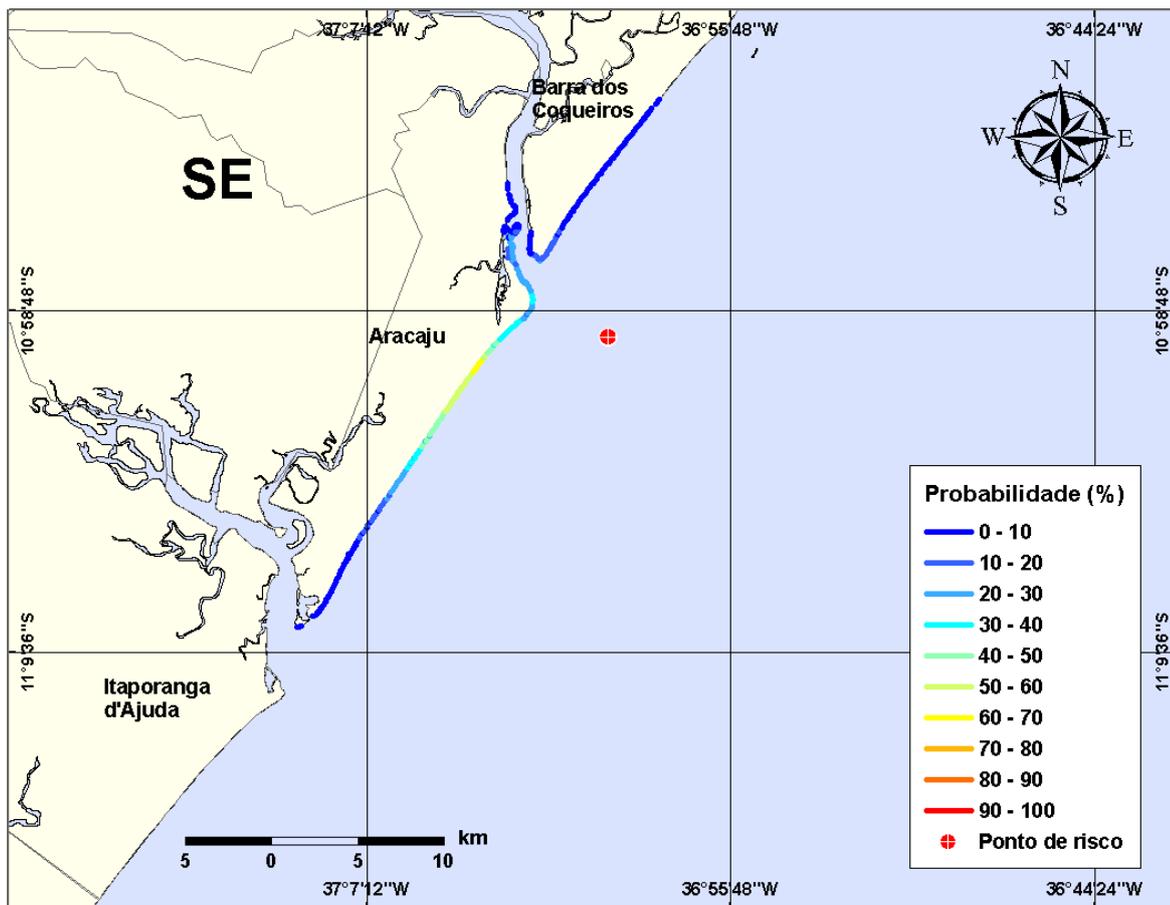


Figura III-63 - Cenário PCM1_INV_200_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

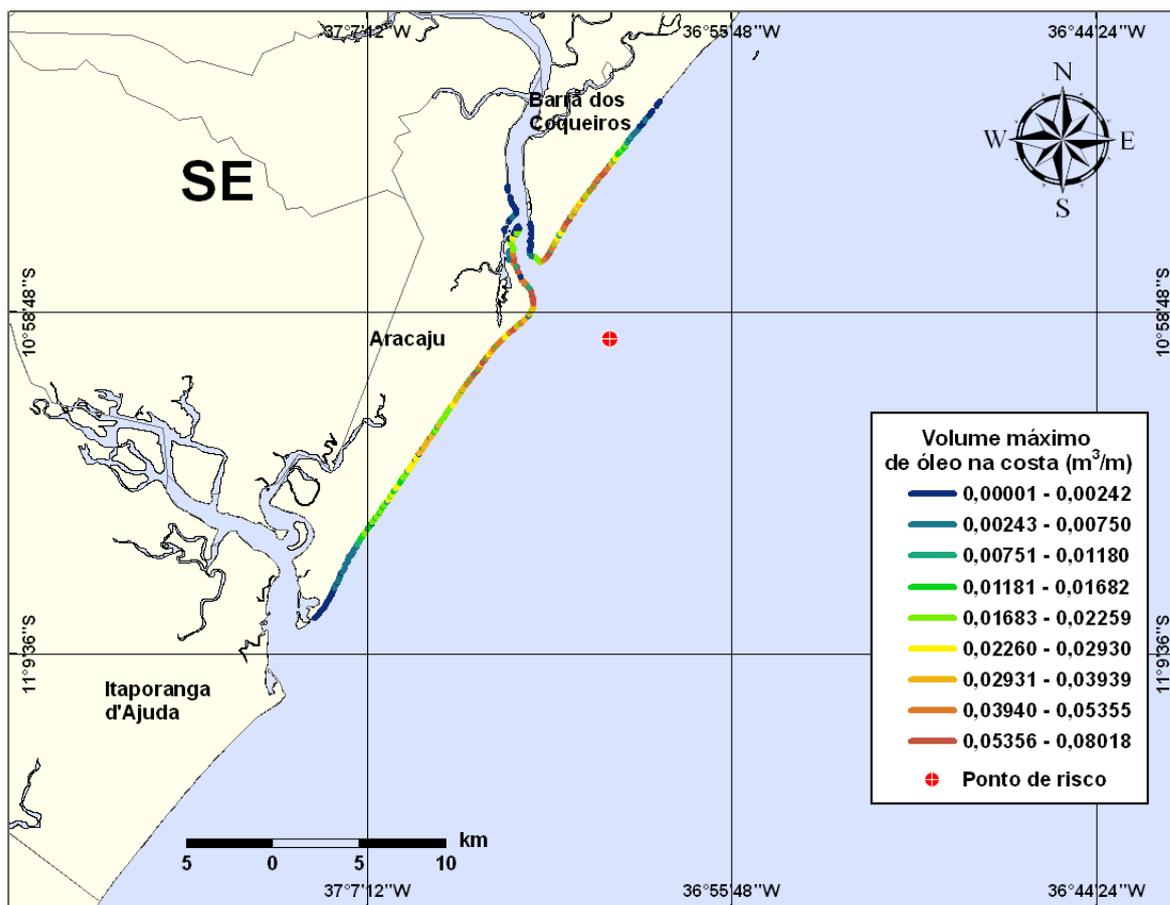


Figura III-64 - Cenário PCM1_INV_200_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

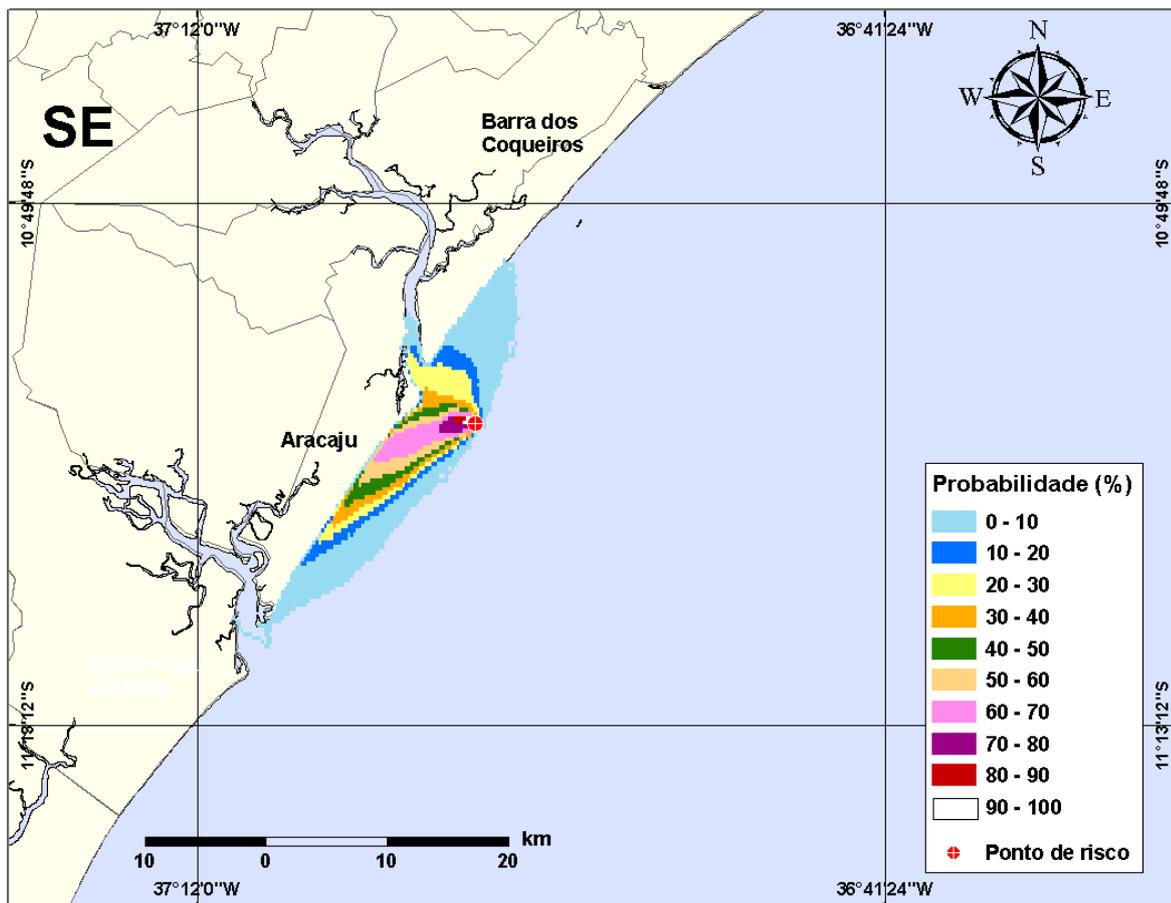


Figura III-65 - Cenário PCM1_INV_207_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

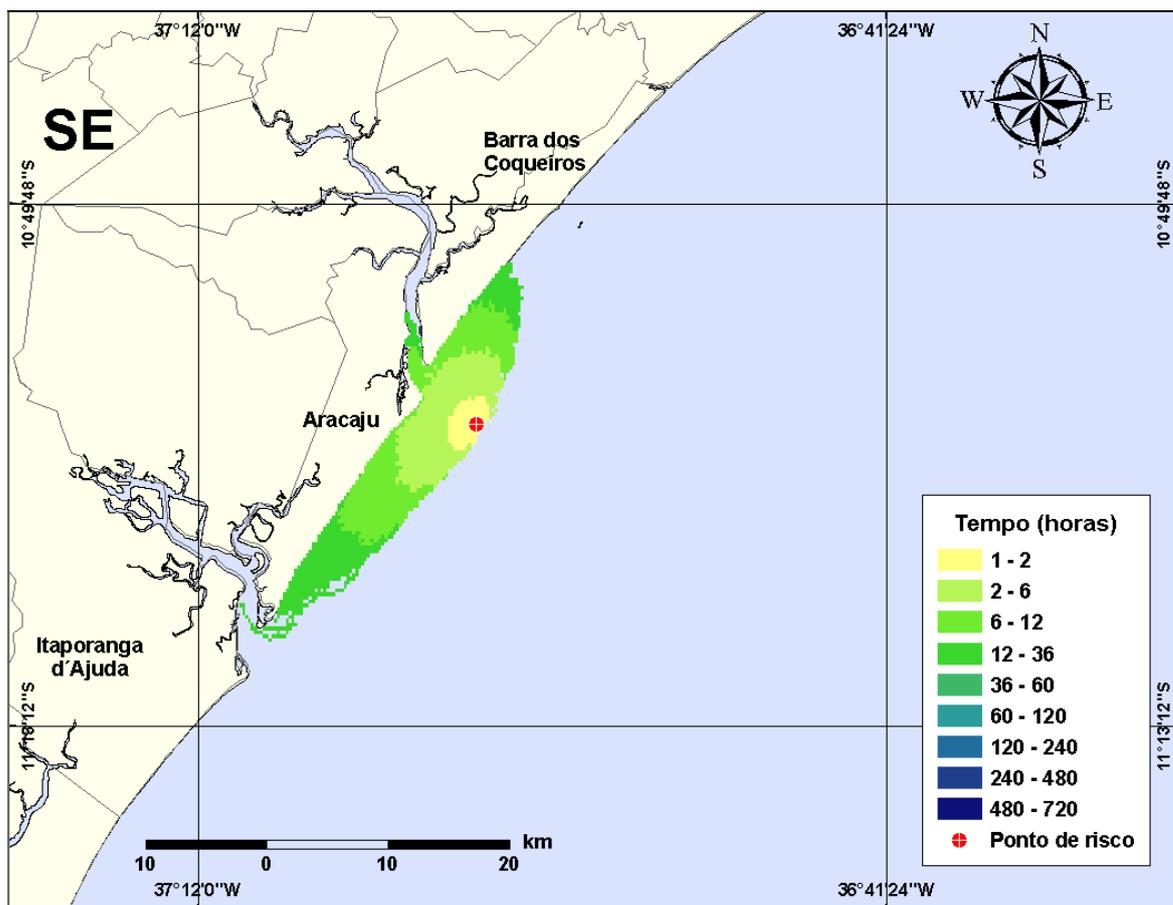


Figura III-66 - Cenário PCM1_INV_207_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

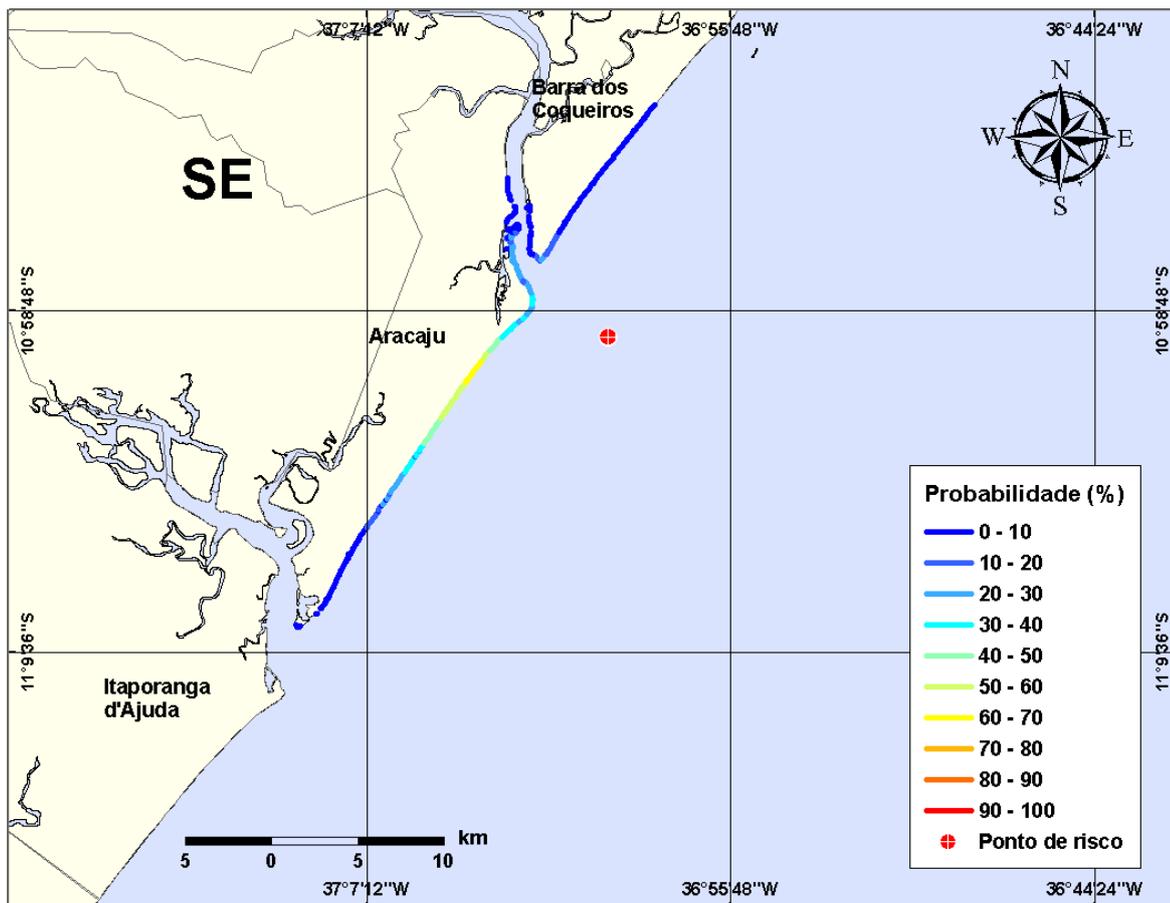


Figura III-67 - Cenário PCM1_INV_207_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

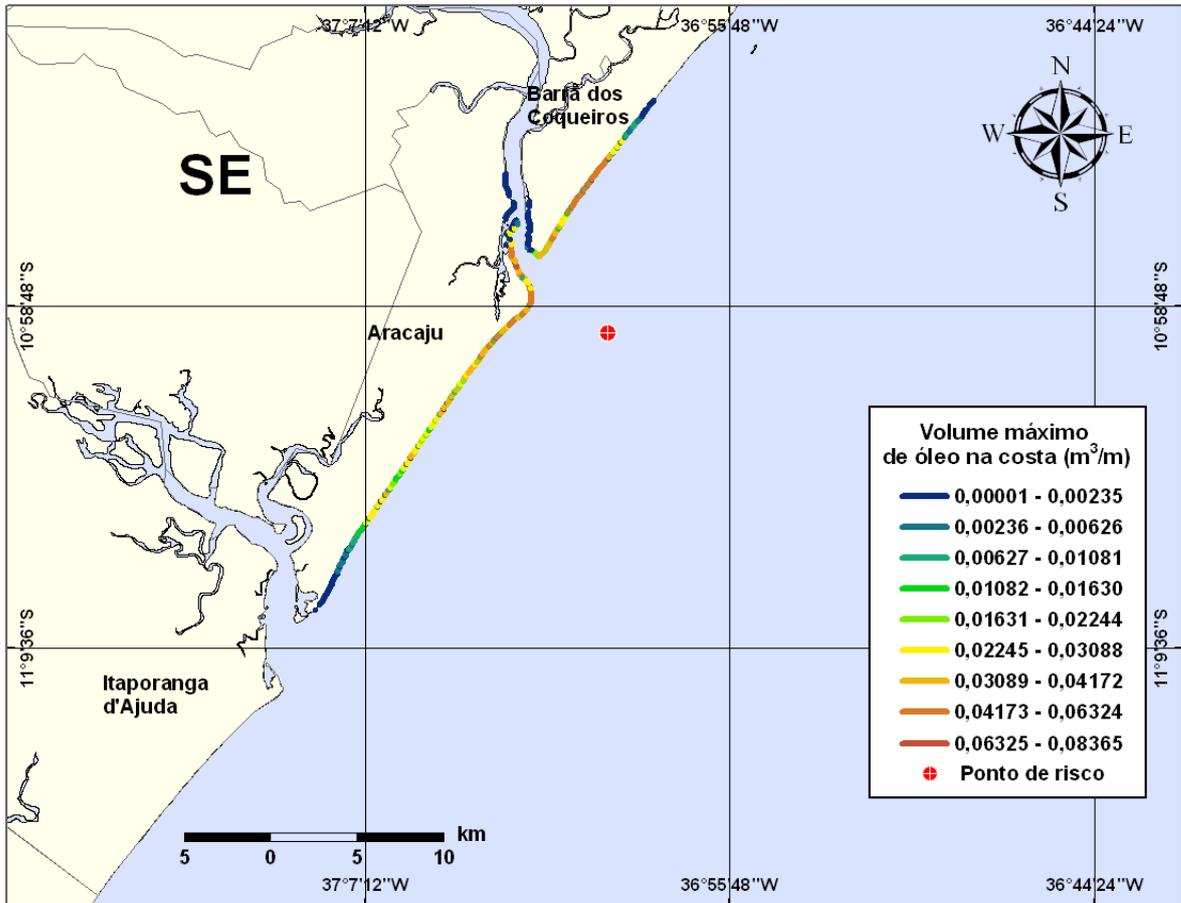


Figura III-68 - Cenário PCM1_INV_207_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM1, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 207 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

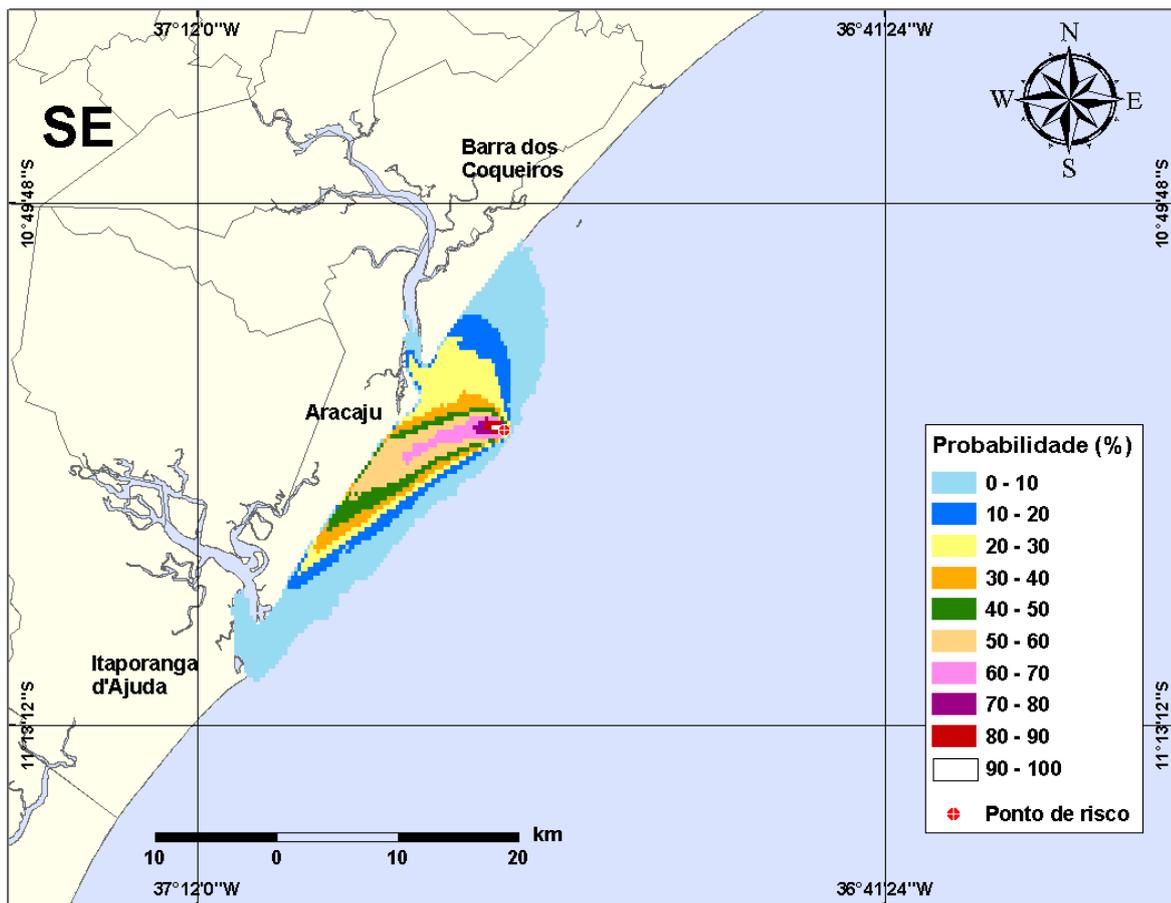


Figura III-69 - Cenário PCM5_INV_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

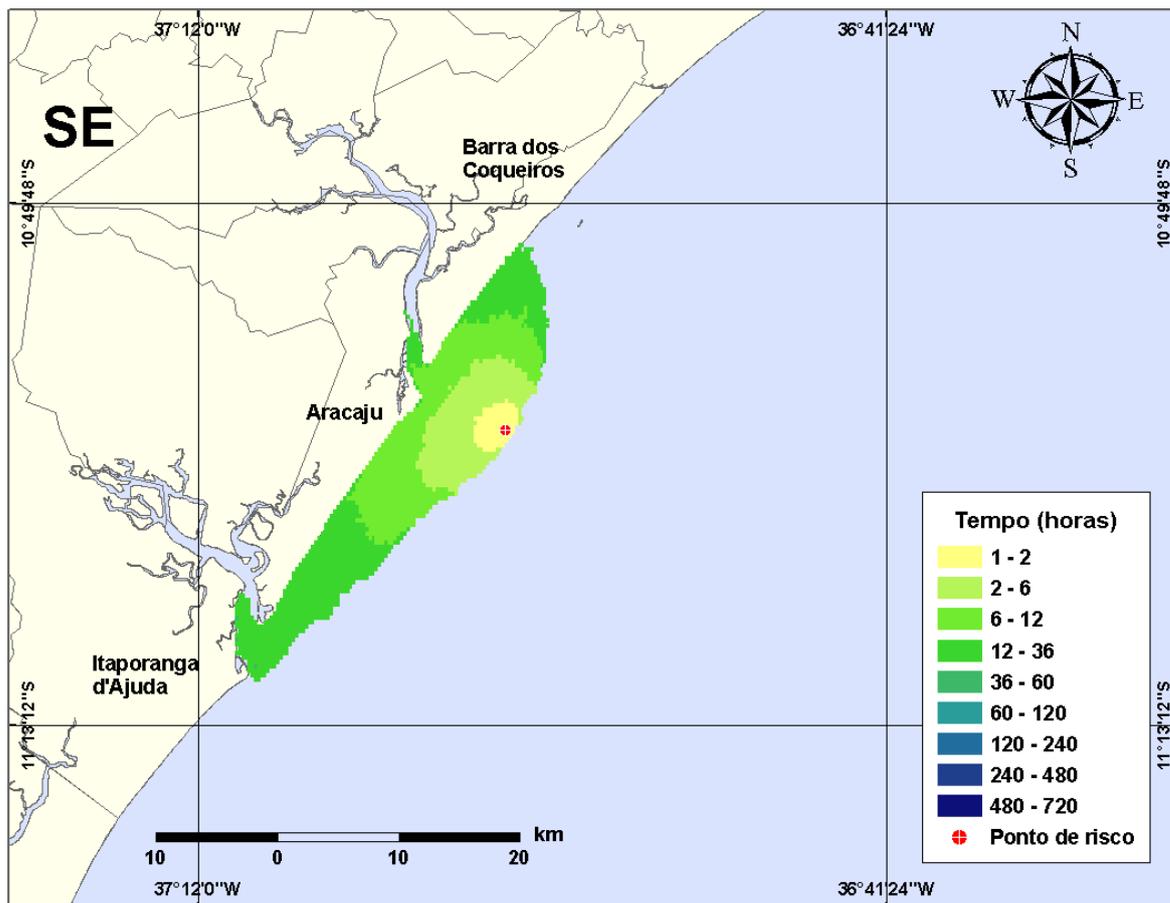


Figura III-70 - Cenário PCM5_INV_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

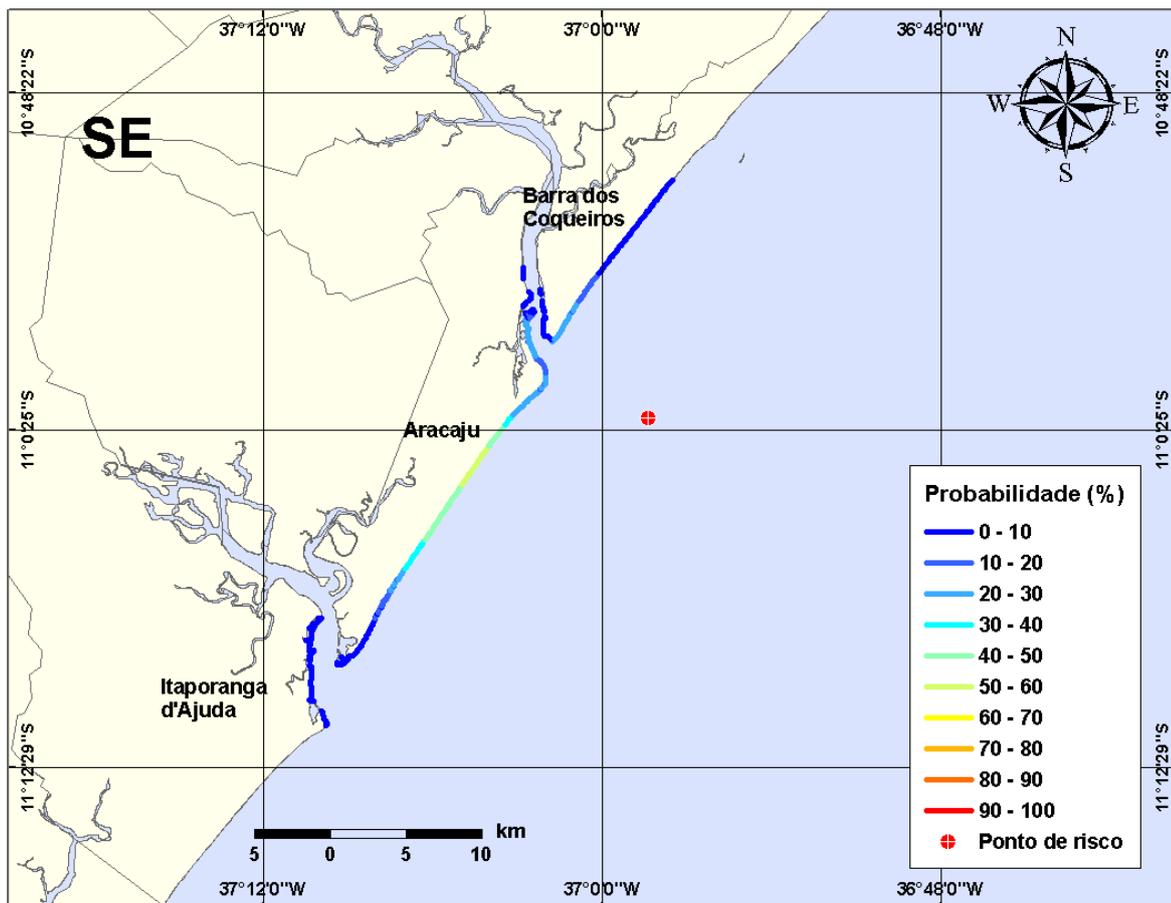


Figura III-71 - Cenário PCM5_INV_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

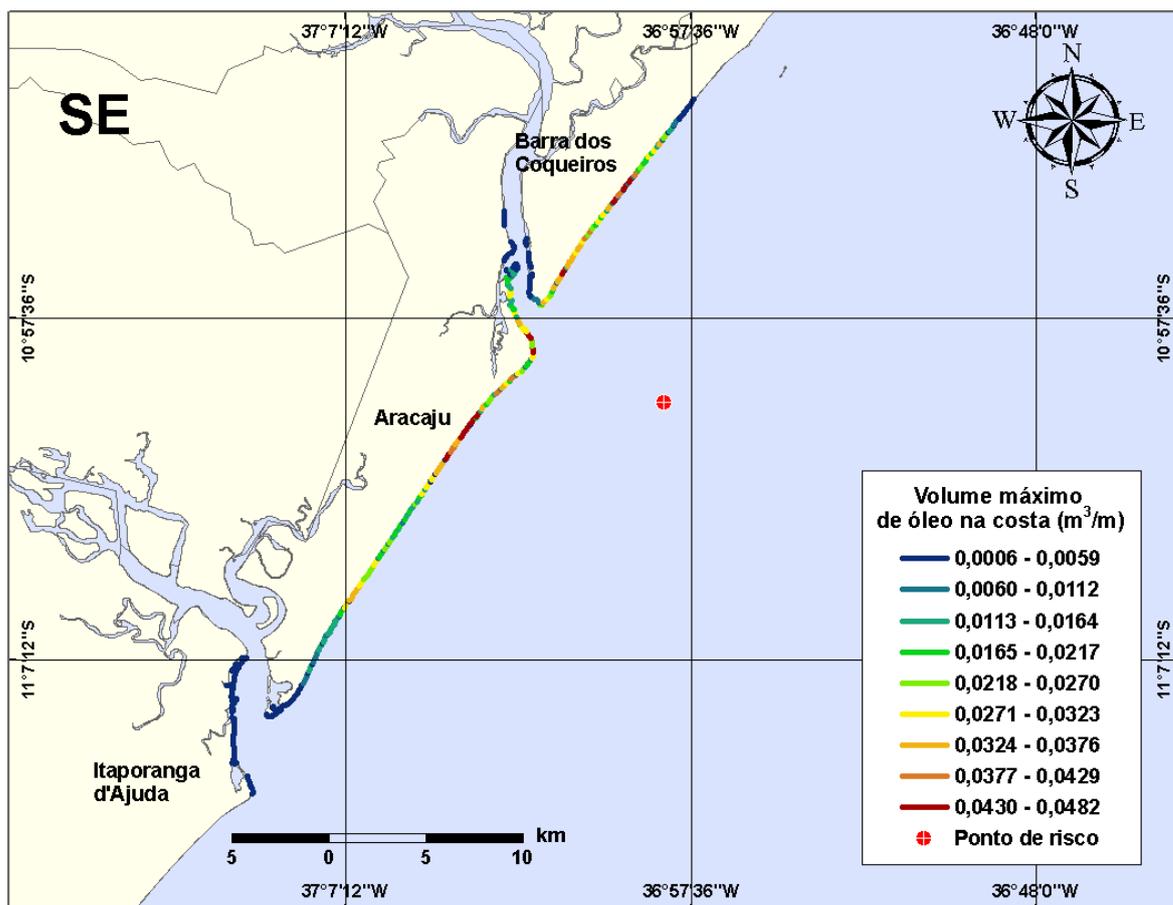


Figura III-72 - Cenário PCM5_INV_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM5, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

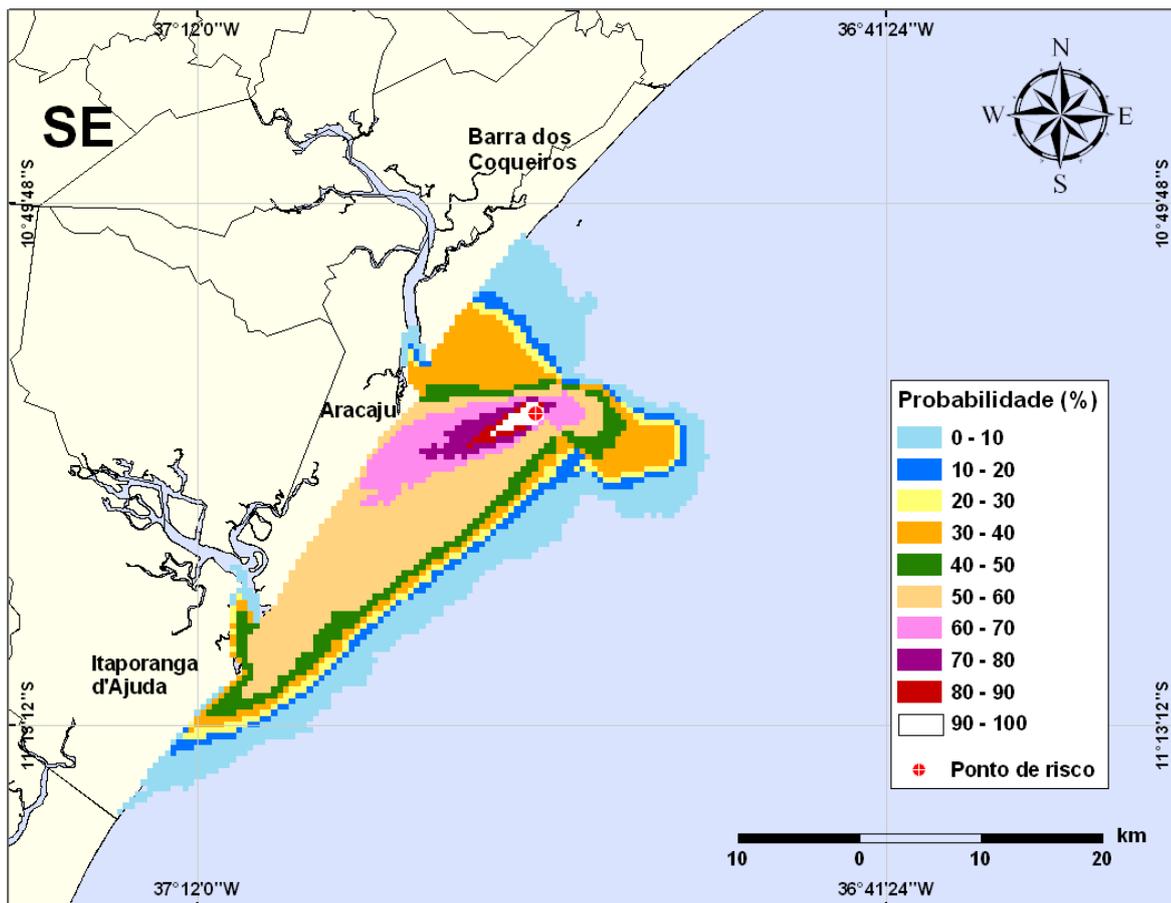


Figura III-73 - Cenário PCM9_INV_8_30D. (Fase: instalação/produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

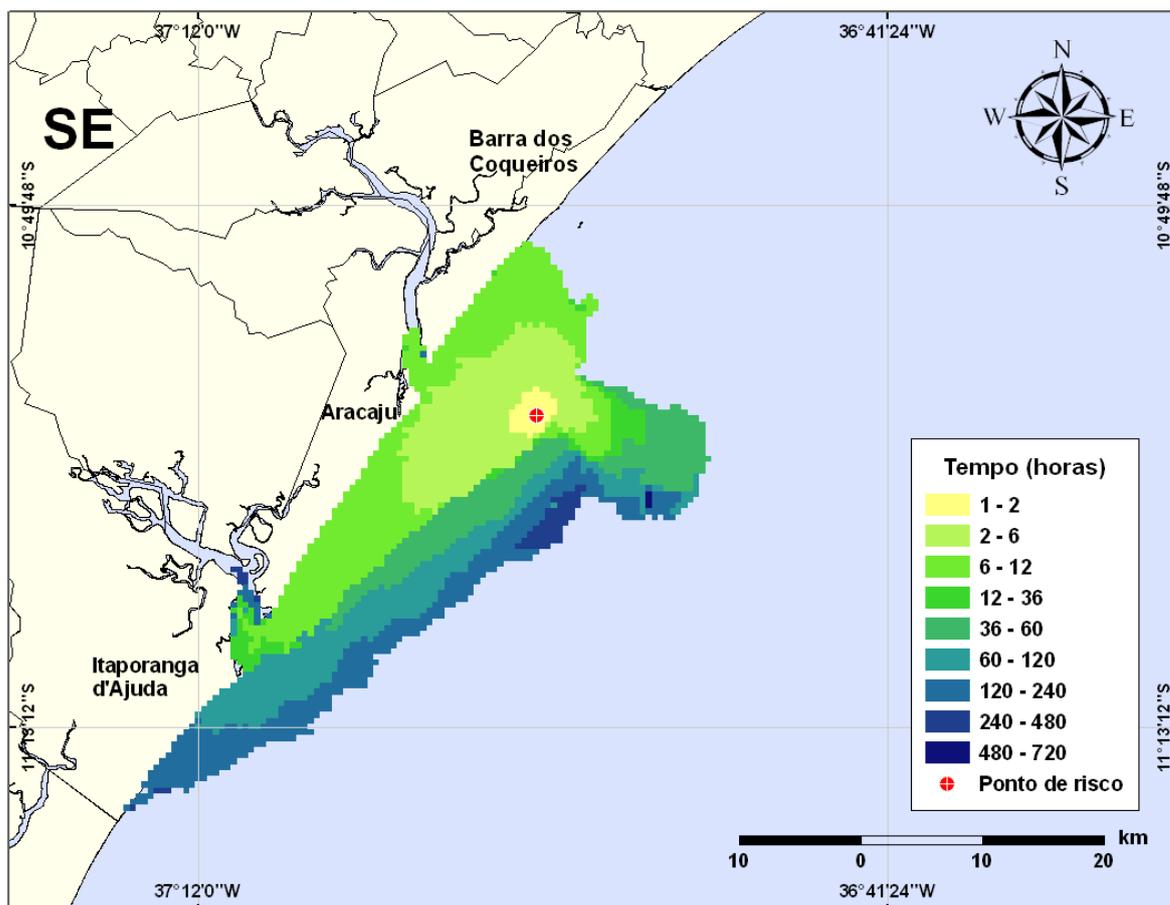


Figura III-74 - Cenário PCM9_INV_8_30D. (Fase: instalação/produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m^3 (instantâneo), após 30 dias de simulação.

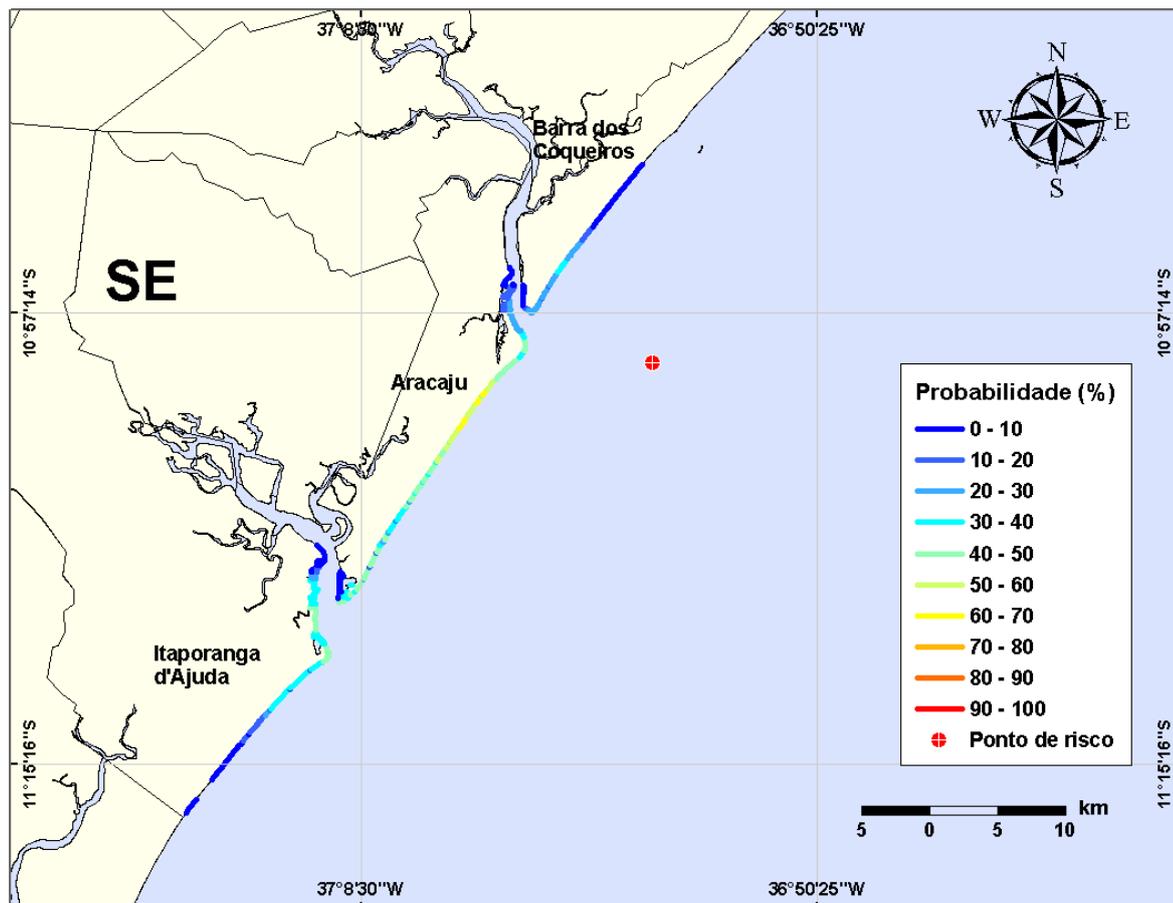


Figura III-75 - Cenário PCM9_INV_8_30D. (Fase: instalação/produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

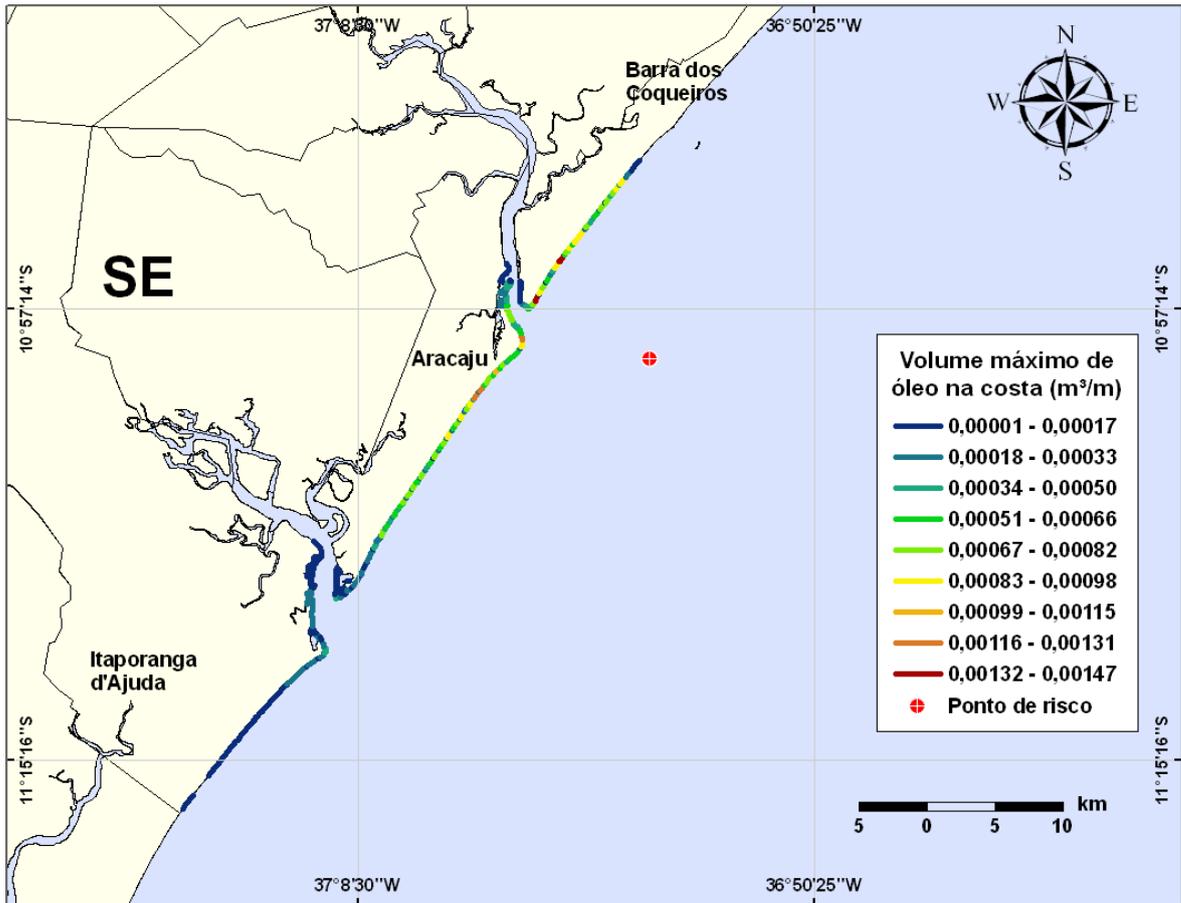


Figura III-76 - Cenário PCM9_INV_8_30D. (Fase: instalação/produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

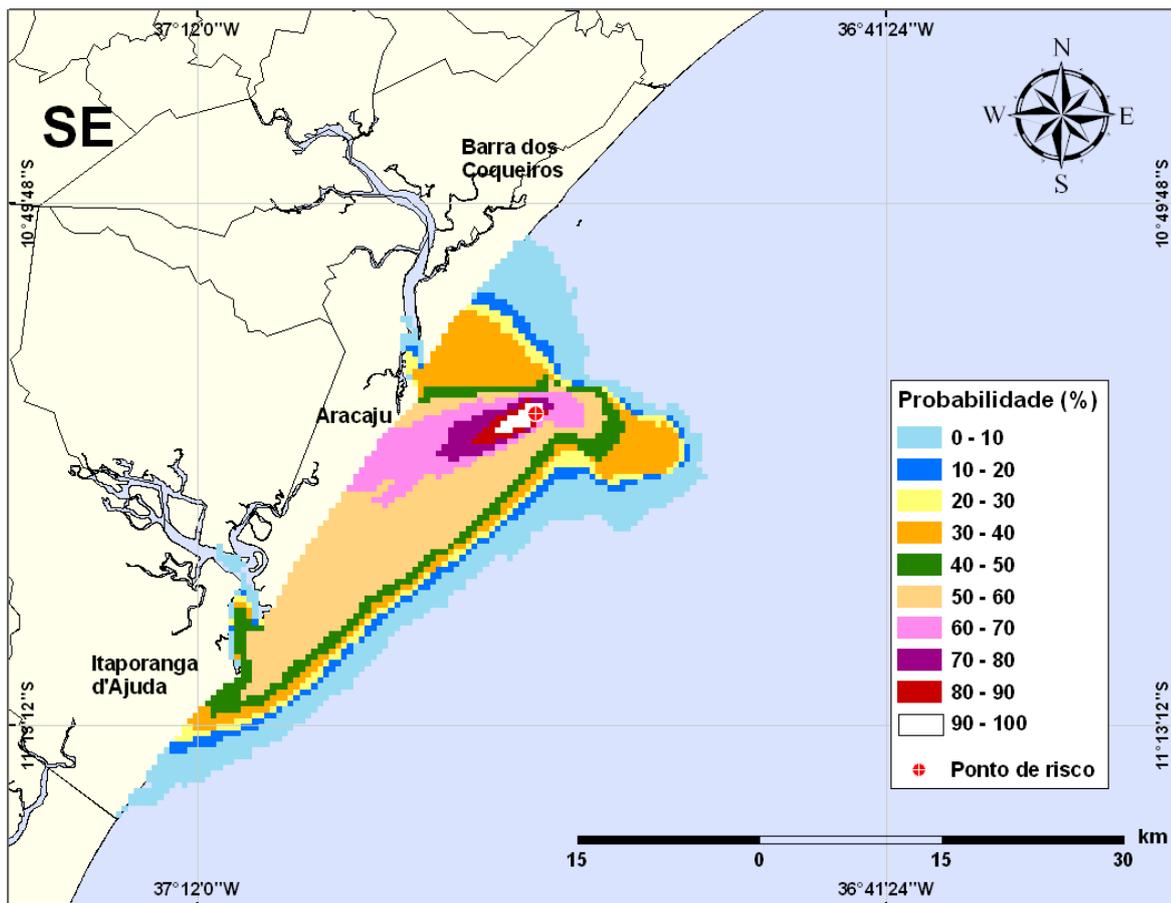


Figura III-77 - Cenário PCM9_INV_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

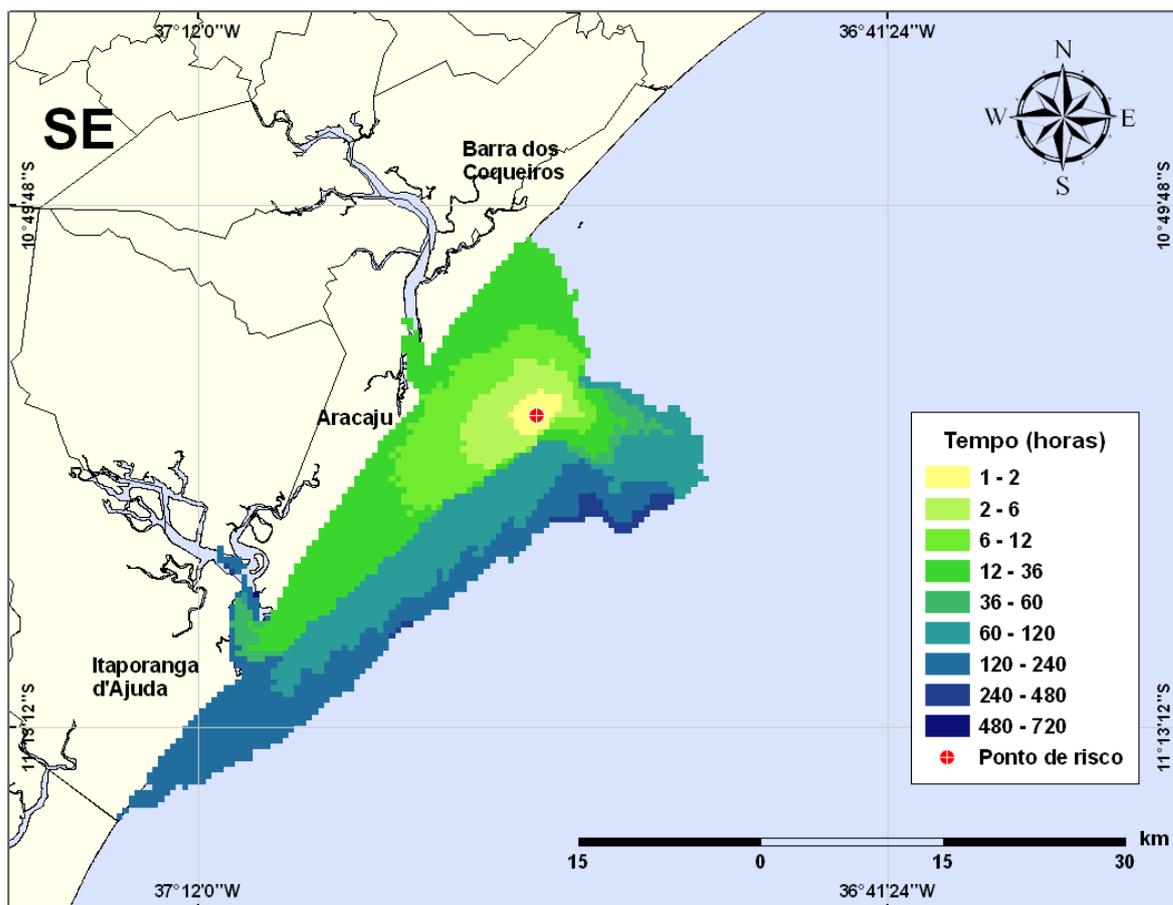


Figura III-78 - Cenário PCM9_INV_200_30D. (Fase: instalação). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

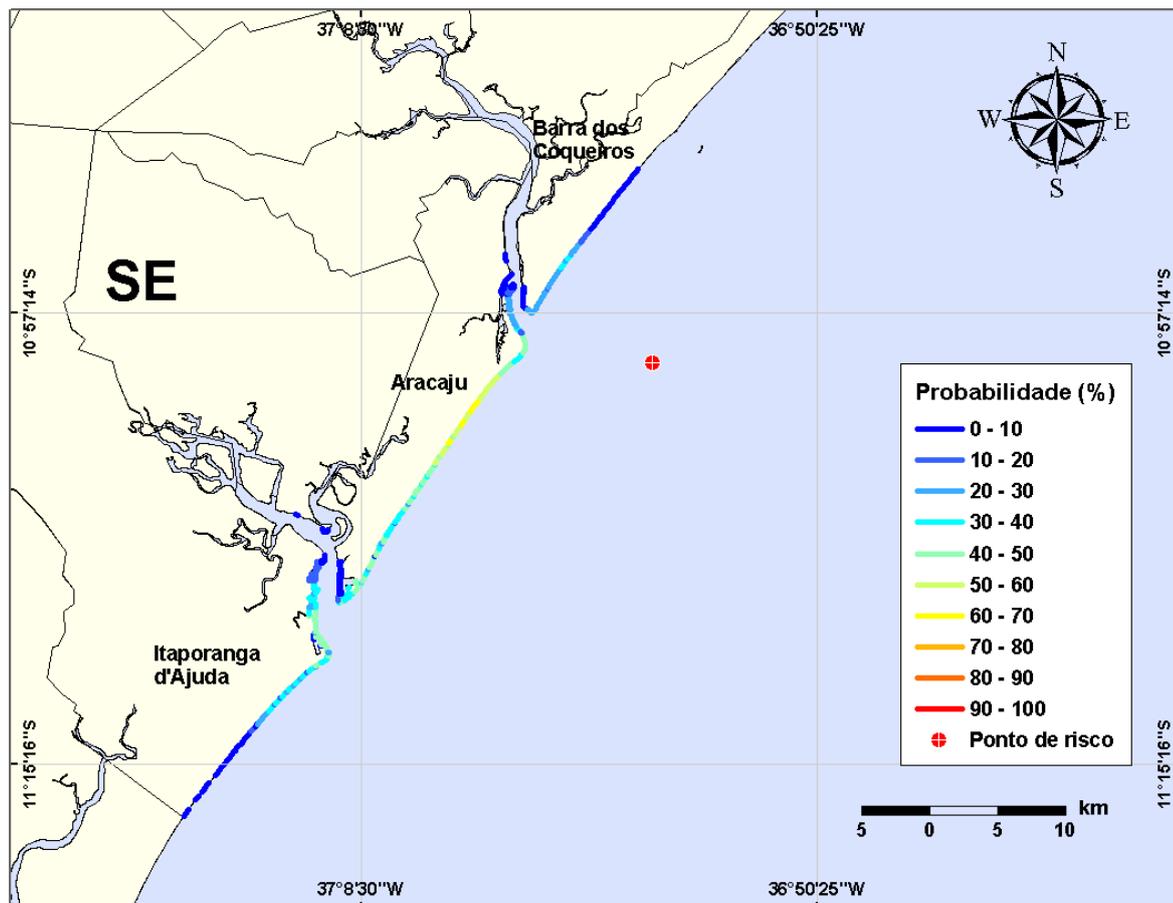


Figura III-79 - Cenário PCM9_INV_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

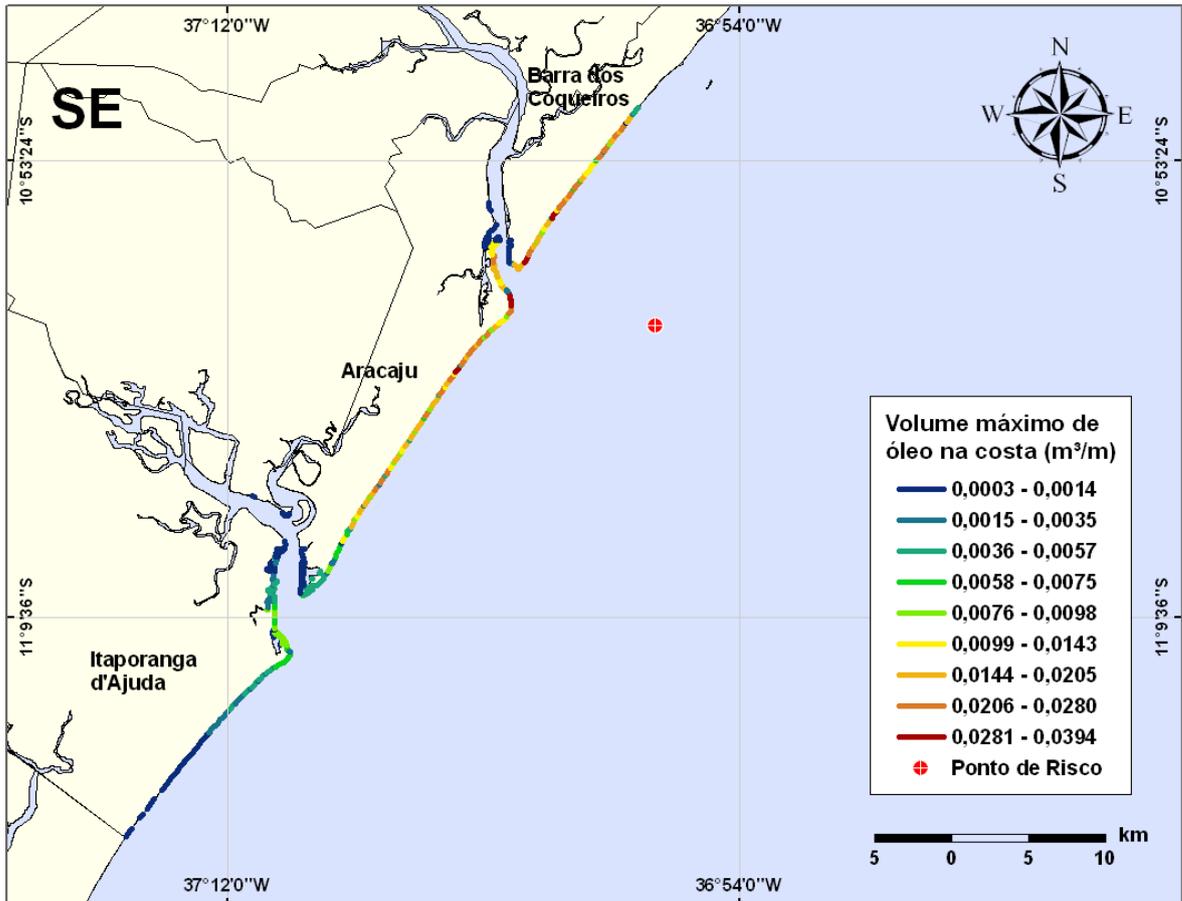


Figura III-80 - Cenário PCM9_INV_200_30D. (Fase: instalação). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

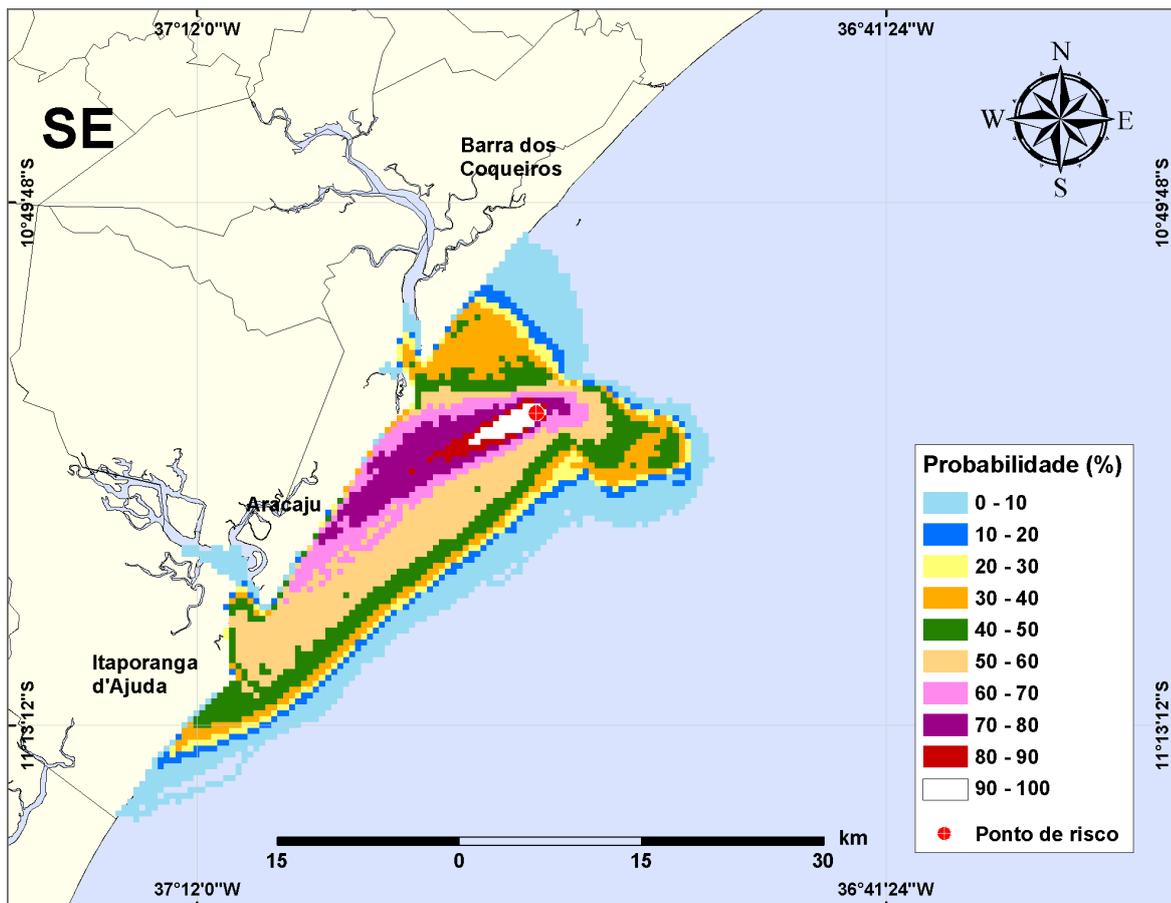


Figura III-81 - Cenário PCM9_INV_248_30D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

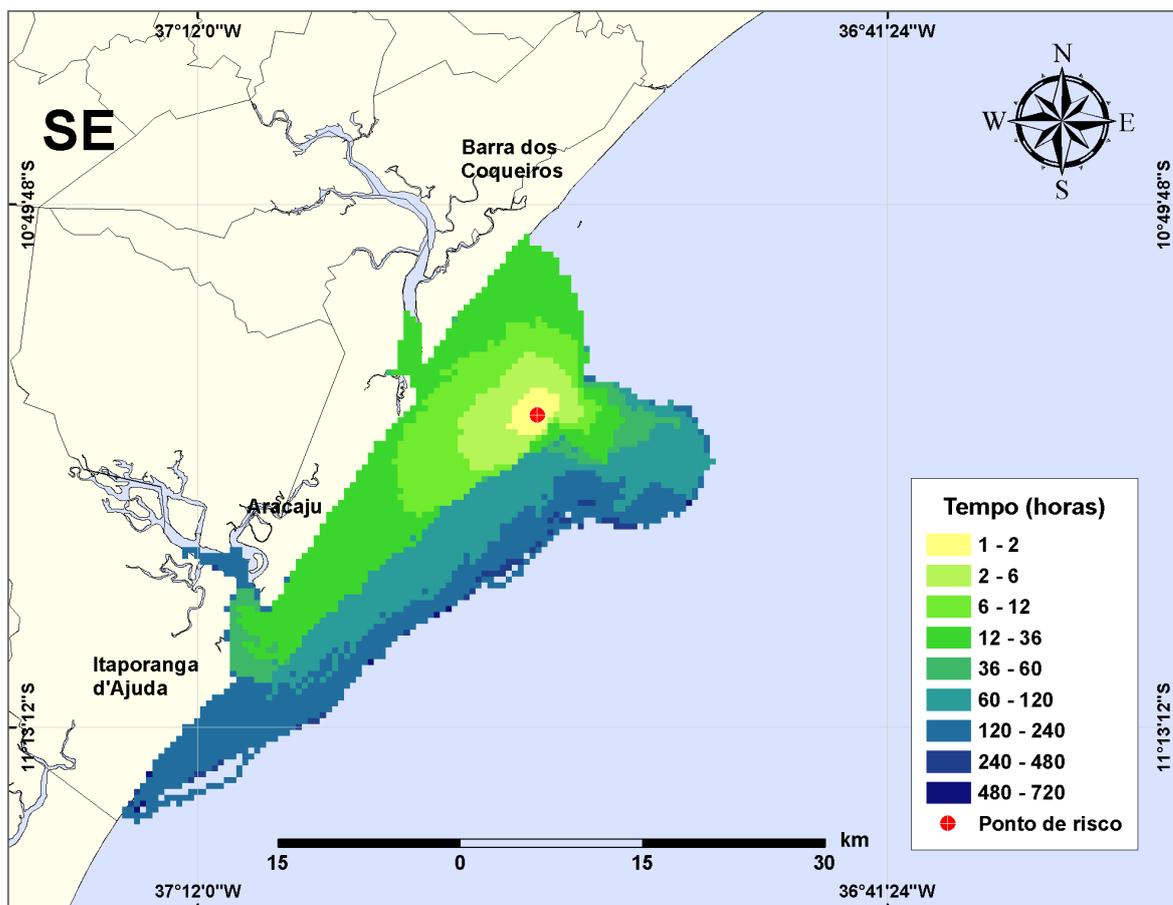


Figura III-82 - Cenário PCM9_INV_248_30D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

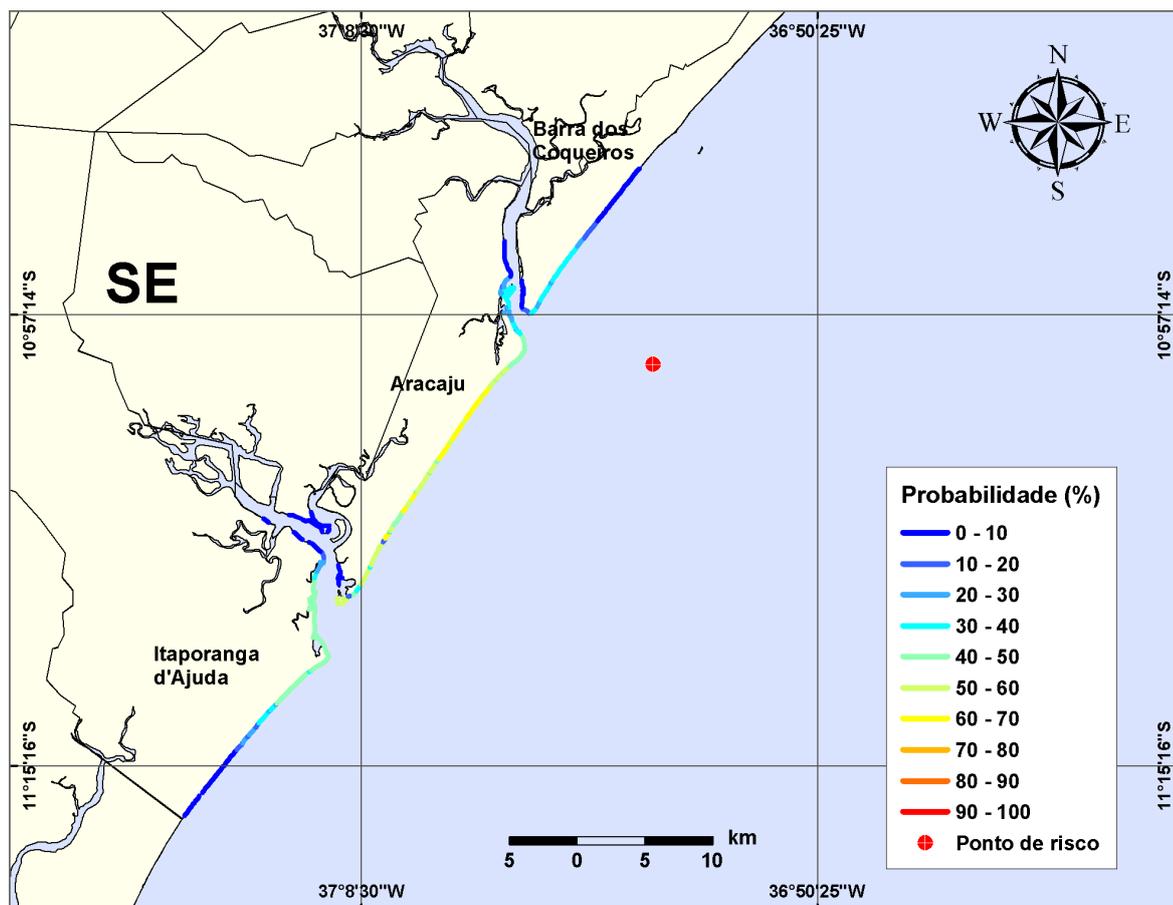


Figura III-83 - Cenário PCM9_INV_248_30D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

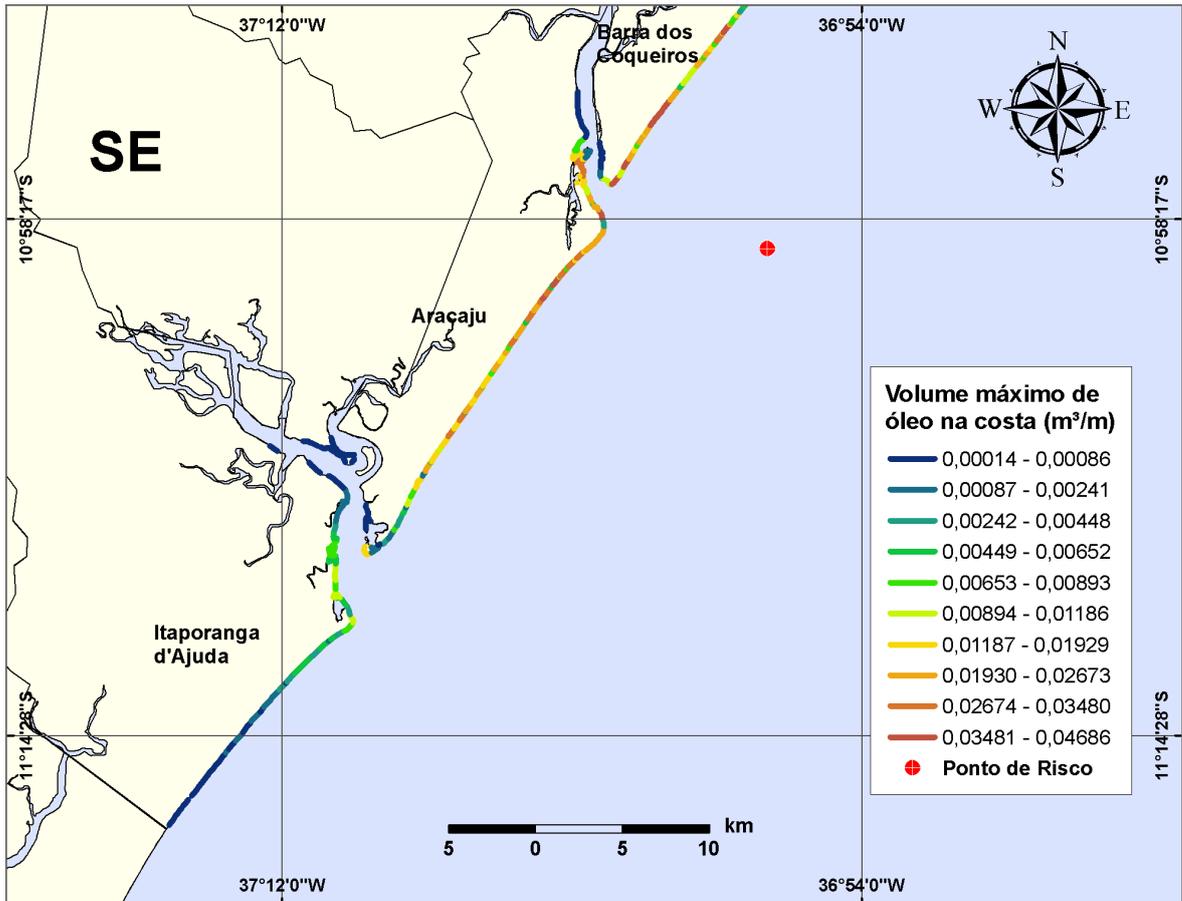


Figura III-84 - Cenário PCM9_INV_248_30D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 248 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.

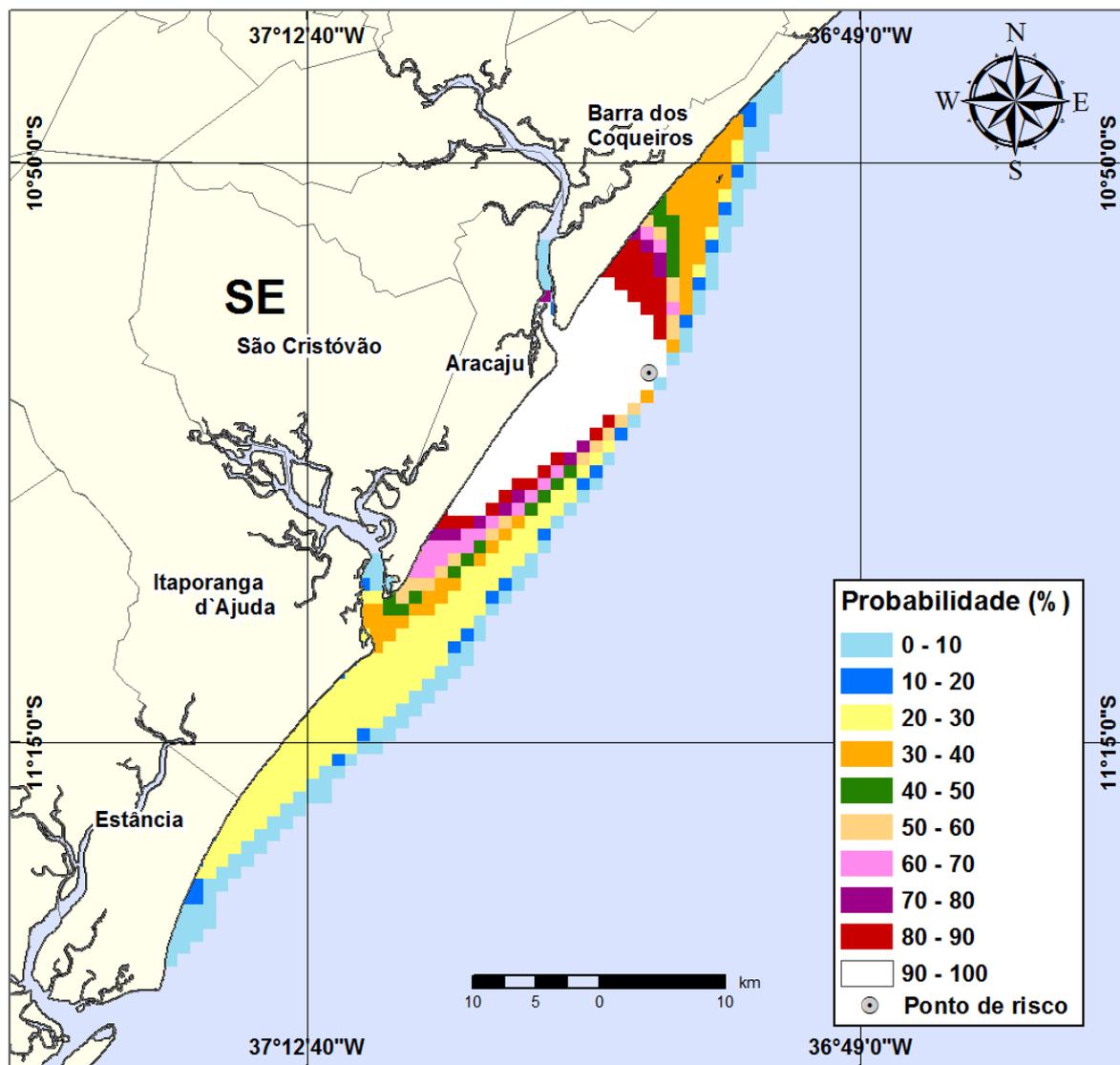


Figura III-85 - Cenário CM10_INV_420_60D. (Fase: produção). Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 420 m³ (longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.

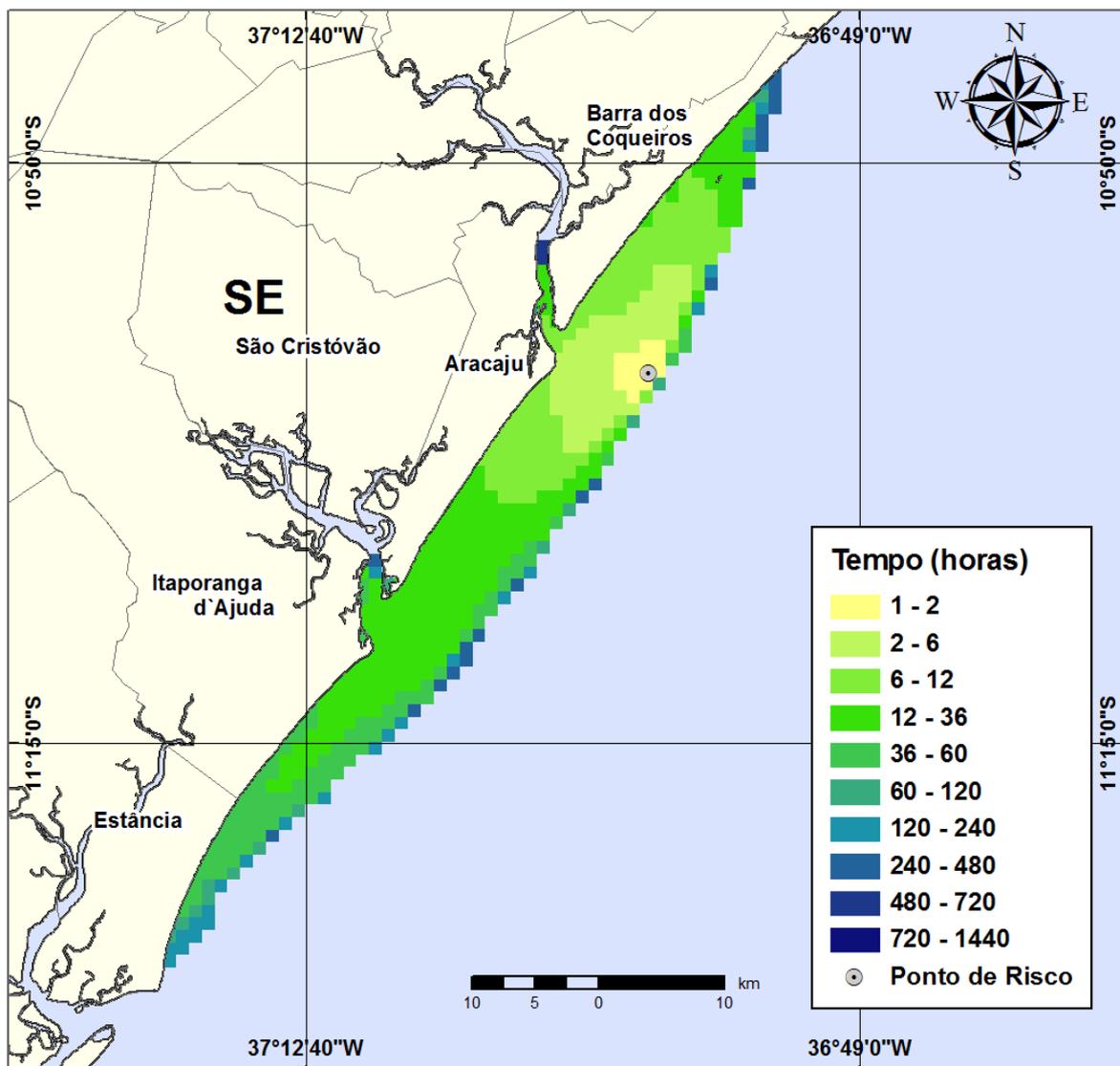


Figura III-86 - Cenário CM10_INV_420_60D. (Fase: produção). Contornos de deslocamento de óleo na água para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 420 m³ (longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.

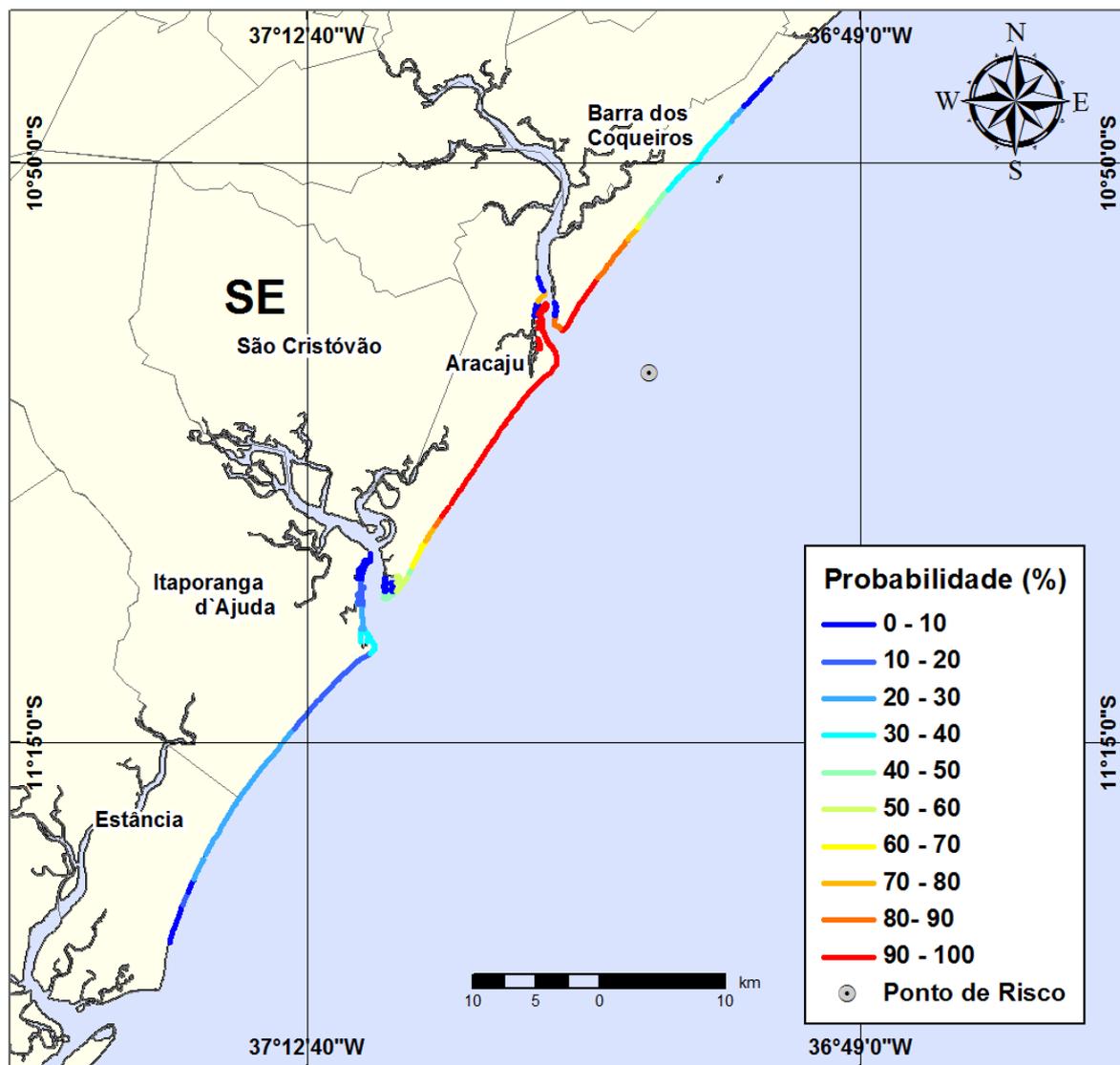


Figura III-87 - Cenário CM10_INV_420_60D. (Fase: produção). Linhas de probabilidade de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-PCM9, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 420 m³ (longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.

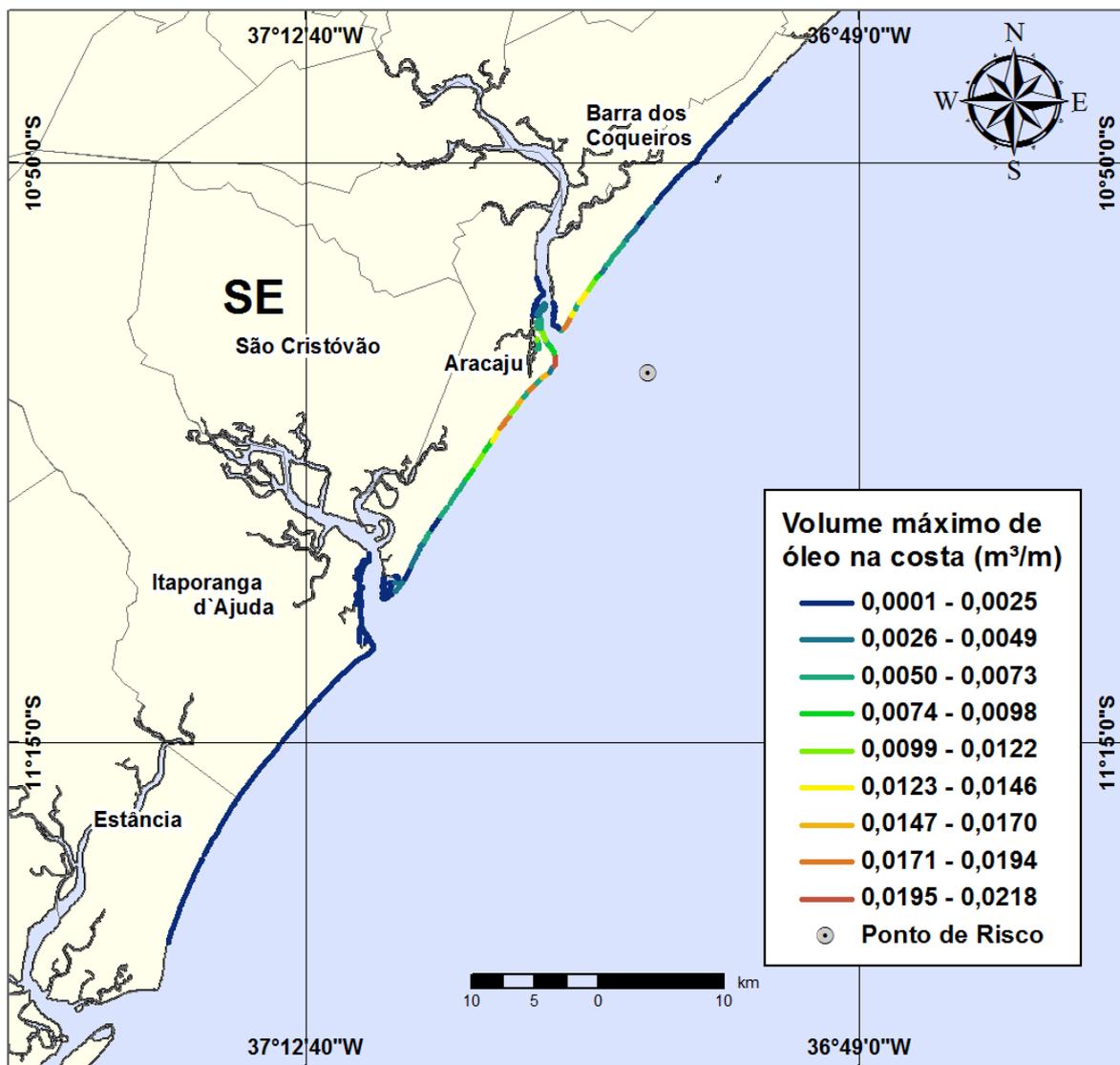


Figura III-88 - Cenário CM10_INV_420_60D. (Fase: produção). Linhas de volume máximo de óleo na costa para um acidente com óleo tipo CAMORIM, ocorrendo no Ponto-CM10, do Campo Camorim, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 420 m³ (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.

A tabela III-1 apresenta a extensão de linha de costa atingida nos derrames simulados a partir dos pontos de risco localizados no Campo Camorim, em condições de verão e de inverno. Observa-se na tabela que, em condições de verão, a maior extensão de linha de costa atingida pelo óleo foi de 152,7 km, e para o inverno foi de 212,6 km. As maiores extensões, tanto no inverno quanto no verão, foram referentes ao cenário de *blowout* de 420 m³ de óleo cru a partir do ponto de risco CM10.

Tabela III-1 - Extensão da linha de costa com probabilidade de ser atingida por derrames de óleo na região do Campo Camorim, em condições de verão e inverno.

CENÁRIO	EXTENSÃO DE LINHA DE COSTA COM PROBABILIDADE DE TOQUE (km)	
	VERÃO	INVERNO
PCM1_DIESEL_8_30D	49	44
PCM1_DIESEL_200_30D	49	46
PCM1_DIESEL_500_30D	49	46
PCM1_8_30D	49	44
PCM1_200_30D	49	44
PCM1_207_30D	49	45
PCM5_200_30D	59	58
PCM9_8_30D	65	77
PCM9_200_30D	65	79
PCM9_248_30D	66	80
CM10_420_60D	152,7	212,6

A tabela III-2 apresenta o percentual de simulações que impactaram a linha de costa, o menor período de tempo, e o tempo médio para o óleo atingir a costa, para os acidentes simulados a partir dos pontos da região do Campo Camorim, em condições de verão e de inverno.

Tabela III-2 - Resumo dos resultados da modelagem probabilística ocorrendo durante o verão e inverno, para os cenários de derrame de óleo do Campo Camorim.

CENÁRIOS	TEMPO MÍNIMO PARA ATINGIR A COSTA (HORAS)	TEMPO MÉDIO PARA ATINGIR A COSTA (HORAS)	PERCENTAGEM DE SIMULAÇÕES COM TOQUE NA COSTA (%)
PCM1_DIESEL_VER_8_30D	5	6,4	100
PCM1_DIESEL_VER_200_30D	5	6,4	100
PCM1_DIESEL_VER_500_30D	5	6,4	100
PCM1_VER_8_30D	5	6,4	100
PCM1_VER_200_30D	5	6,4	100
PCM1_VER_207_30D	5	6,4	100
PCM5_VER_200_30D	5	9,9	100
PCM9_VER_8_30D	9	13,5	100
PCM9_VER_200_30D	9	13,4	100
PCM9_VER_248_30D	9	13,3	100
CM10_VER_420_60D	6,5	10,6	100
PCM1_DIESEL_INV_8_30D	5	7,5	100
PCM1_DIESEL_INV_200_30D	5	7,5	100
PCM1_DIESEL_INV_PC_30D	5	7,5	100
PCM1_INV_8_30D	6	7,5	100
PCM1_INV_200_30D	6	7,5	100
PCM1_INV_207_30D	6	7,5	100
PCM5_INV_200_30D	8	11,2	100
PCM9_INV_8_30D	12	18,3	100
PCM9_INV_200_30D	12	18,3	100
PCM9_INV_248_30D	12	17,8	100
CM10_INV_420_60D	6	11,6	100

Nas tabelas III-3 a III-13 são apresentadas a probabilidade de toque, o tempo mínimo de toque na linha de costa e o volume máximo de óleo na costa para os municípios com probabilidade de toque, durante os meses de verão e de inverno, dos cenários de derrame de óleo do Campo Camorim.

Tabela III-3 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_DIESEL_8_30D, para os períodos de verão e inverno.

NOME DO MUNICÍPIO		PROBABILIDADE (%)		TEMPO MÍNIMO DE TOQUE (HORAS)		MAXIMO VOLUME NA COSTA (m ³ /km)	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
SE	Barra dos Coqueiros	N.A.	22	12	7	N.A.	0,0016
	Aracaju	65	62	5	5	0,00181	0,00216
	Itaporanga d' Ajuda	6	N.A.	17	N.A.	0,0009	N.A.

N.A. = não aplicável (não há probabilidade de toque na costa).

Tabela III-4 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_DIESEL_200_30D, para os períodos de verão e inverno.

NOME DO MUNICÍPIO		PROBABILIDADE (%)		TEMPO MÍNIMO DE TOQUE (HORAS)		MAXIMO VOLUME NA COSTA (m ³ /km)	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
SE	Barra dos Coqueiros	N.A.	22	N.A.	7	N.A.	0,04949
	Aracaju	68	64	5	5	0,064	0,06519
	Itaporanga d' Ajuda	6	1	17	291	0,01601	0,00051

N.A. = não aplicável (não há probabilidade de toque na costa).

Tabela III-5 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_DIESEL_500_30D, para os períodos de verão e inverno.

NOME DO MUNICÍPIO		PROBABILIDADE (%)		TEMPO MÍNIMO DE TOQUE (HORAS)		MAXIMO VOLUME NA COSTA (m ³ /km)	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
SE	Barra dos Coqueiros	N.A.	22	N.A.	7	N.A.	0,15419
	Aracaju	68	64	5	5	0,15538	0,17747
	Itaporanga d' Ajuda	6	1	17	33	0,04682	0,00246

N.A. = não aplicável (não há probabilidade de toque na costa).

Tabela III-6 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_8_30D, para os períodos de verão e inverno.

NOME DO MUNICÍPIO		PROBABILIDADE (%)		TEMPO MÍNIMO DE TOQUE (HORAS)		MAXIMO VOLUME NA COSTA (m ³ /km)	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
SE	Barra dos Coqueiros	1	22	11	7	0,00005	0,00197
	Aracaju	65	63	5	6	0,00223	0,00276
	Itaporanga d' Ajuda	6	N.A.	16	N.A.	0,00085	N.A.

N.A. = não aplicável (não há probabilidade de toque na costa).

Tabela III-7 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_200_30D, para os períodos de verão e inverno.

NOME DO MUNICÍPIO		PROBABILIDADE (%)		TEMPO MÍNIMO DE TOQUE (HORAS)		MAXIMO VOLUME NA COSTA (m ³ /km)	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
SE	Barra dos Coqueiros	1	22	11	7	0,0007	0,06178
	Aracaju	66	63	5	6	0,06625	0,08018
	Itaporanga d' Ajuda	6	N.A.	16	N.A.	0,02452	N.A.

N.A. = não aplicável (não há probabilidade de toque na costa).

Tabela III-8 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM1_207_30D, para os períodos de verão e inverno.

NOME DO MUNICÍPIO		PROBABILIDADE (%)		TEMPO MÍNIMO DE TOQUE (HORAS)		MAXIMO VOLUME NA COSTA (m ³ /km)	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
SE	Itaporanga d' Ajuda	6	N.A.	17	N.A.	0,02927	N.A.
	Aracaju	65	61	5	6	0,05964	0,0836
	Barra dos Coqueiros	1	21	13	7	0,00069	0,0632

N.A. = não aplicável (não há probabilidade de toque na costa).

Tabela III-9 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM5_200_30D, para os períodos de verão e inverno.

NOME DO MUNICÍPIO		PROBABILIDADE (%)		TEMPO MÍNIMO DE TOQUE (HORAS)		MAXIMO VOLUME NA COSTA (m ³ /km)	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
SE	Barra dos Coqueiros	2	25	13	10	0,0077	0,04765
	Aracaju	58	56	5	8	0,05681	0,04815
	Itaporanga d' Ajuda	18	1	16	32	0,0385	0,00185

N.A. = não aplicável (não há probabilidade de toque na costa).

Tabela III-10 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM9_8_30D, para os períodos de verão e inverno.

NOME DO MUNICÍPIO		PROBABILIDADE (%)		TEMPO MÍNIMO DE TOQUE (HORAS)		MAXIMO VOLUME NA COSTA (m ³ /km)	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
SE	Itaporanga d' Ajuda	32	47	18	36	0,00123	0,00045
	Aracaju	54	62	9	12	0,00132	0,0012
	Barra dos Coqueiros	12	33	17	15	0,00084	0,00147
	Estância	1	N.A.	20	N.A.	0,00001	N.A.

N.A. = não aplicável (não há probabilidade de toque na costa).

Tabela III-11 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM9_200_30D, para os períodos de verão e inverno.

NOME DO MUNICÍPIO		PROBABILIDADE (%)		TEMPO MÍNIMO DE TOQUE (HORAS)		MAXIMO VOLUME NA COSTA (m ³ /km)	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
SE	Barra dos Coqueiros	10	33	15	13	0,02901	0,03944
	Aracaju	55	62	9	12	0,03826	0,03892
	São Cristóvão	N.A.	1	N.A.	240	N.A.	0,00033
	Itaporanga d' Ajuda	32	47	17	36	0,03265	0,00933
	Estância	1	N.A.	19	N.A.	0,00045	N.A.

N.A. = não aplicável (não há probabilidade de toque na costa).

Tabela III-12 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto PCM9_248_30D, para os períodos de verão e inverno.

NOME DO MUNICÍPIO		PROBABILIDADE (%)		TEMPO MÍNIMO DE TOQUE (HORAS)		MAXIMO VOLUME NA COSTA (m ³ /km)	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
SE	São Cristóvão	N.A.	1	N.A.	190	N.A.	0,00017
	Itaporanga d' Ajuda	37	50	18	37	0,04429	0,01184
	Aracaju	62	68	9	12	0,0525	0,04249
	Barra dos Coqueiros	11	40	13	15	0,03565	0,04686
	Estância	1	N.A.	38	N.A.	0,00022	N.A.

N.A. = não aplicável (não há probabilidade de toque na costa).

Tabela III-13 - Lista de municípios com probabilidade de toque para o cenário do ponto CM10_420_60D, para os períodos de verão e inverno.

NOME DO MUNICÍPIO		PROBABILIDADE (%)		TEMPO MÍNIMO DE TOQUE (HORAS)		MAXIMO VOLUME NA COSTA (m ³ /km)	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
SE	Barra dos Coqueiros	100	100	10	7	0,01978	0,01928
	Aracaju	100	100	6,5	6	0,03819	0,02184
	São Cristóvão	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Itaporanga d' Ajuda	36	33	17	24	0,00126	0,00236
	Estância	N.A.	29	N.A.	39	N.A.	0,00165

N.A. = não aplicável (não há probabilidade de toque na costa).

III.2 SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS CRÍTICAS

A análise dos resultados das simulações probabilísticas realizadas permitiu identificar os cenários determinísticos críticos de verão e inverno, considerando como critério o menor tempo para o primeiro toque do óleo na costa e tipo de óleo (diesel e óleo cru).

O menor tempo de toque de óleo na costa encontrado entre todos os cenários foi de 5 horas para o período de verão e inverno, referentes a derrames de Diesel (500 m³) a partir do ponto de risco PCM1. A tabela III-14 apresenta um resumo dos cenários críticos de verão e inverno. Observa-se que o maior volume de óleo na costa ao final de uma simulação foi de 102 m³ para o verão e 100 m³ para o inverno. Os tempos de primeiro toque na costa foram de 5 horas (Aracaju), para ambos os períodos.

Tabela III-14- Resumo dos cenários determinísticos críticos de verão e de inverno para o Campo Camorim.

CENÁRIOS		PRODUTO (PETÓLEO)	DATA DE INÍCIO DA SIMULAÇÃO	TEMPO MÍNIMO PARA ATINGIR A COSTA (HORAS)	VOLUME FINAL DE ÓLEO QUE CHEGA À COSTA (m ³)
CAMORIM	DET_PCM1_DIESEL_VER_500_30D	DIESEL	29/01/2002 - 03:00 h	5	102
	DET_PCM1_DIESEL_INV_500_30D	DIESEL	17/06/2002 - 01:00 h	5	97
	DET_PCM1_VER_200_30D	CAMORIM	29/01/2002 – 03:00 h	5	102
	DET_PCM1_INV_200_30D	CAMORIM	17/06/2002 – 01:00 h	6	100

Os resultados determinísticos críticos são apresentados, a seguir, na forma de duas figuras. A primeira apresenta os contornos de espessura no instante do primeiro toque na linha de costa e a área varrida pela mancha ao longo do período de simulação. A cor cinza representa a região por onde a mancha se deslocou durante a duração da simulação e, portanto, não está associada a uma espessura. A mancha no instante de primeiro toque é aquela representada pela escala de cores indicada nas legendas. A outra figura apresenta um gráfico com o balanço de massa (óleo na superfície, na costa, evaporado e na coluna d'água) para as simulações determinísticas críticas.

Nas figuras III-89 a III-92 são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas para o período de verão. No geral, observa-se que a interação com a linha de costa (linha vermelha) e a evaporação (linha rosa) são os principais processos responsáveis pela redução da massa de óleo nas simulações realizadas para ambos os períodos simulados e ambos os tipos de óleo. No entanto, o Diesel apresentou uma maior evaporação (75%) quando comparado ao óleo cru (50%).

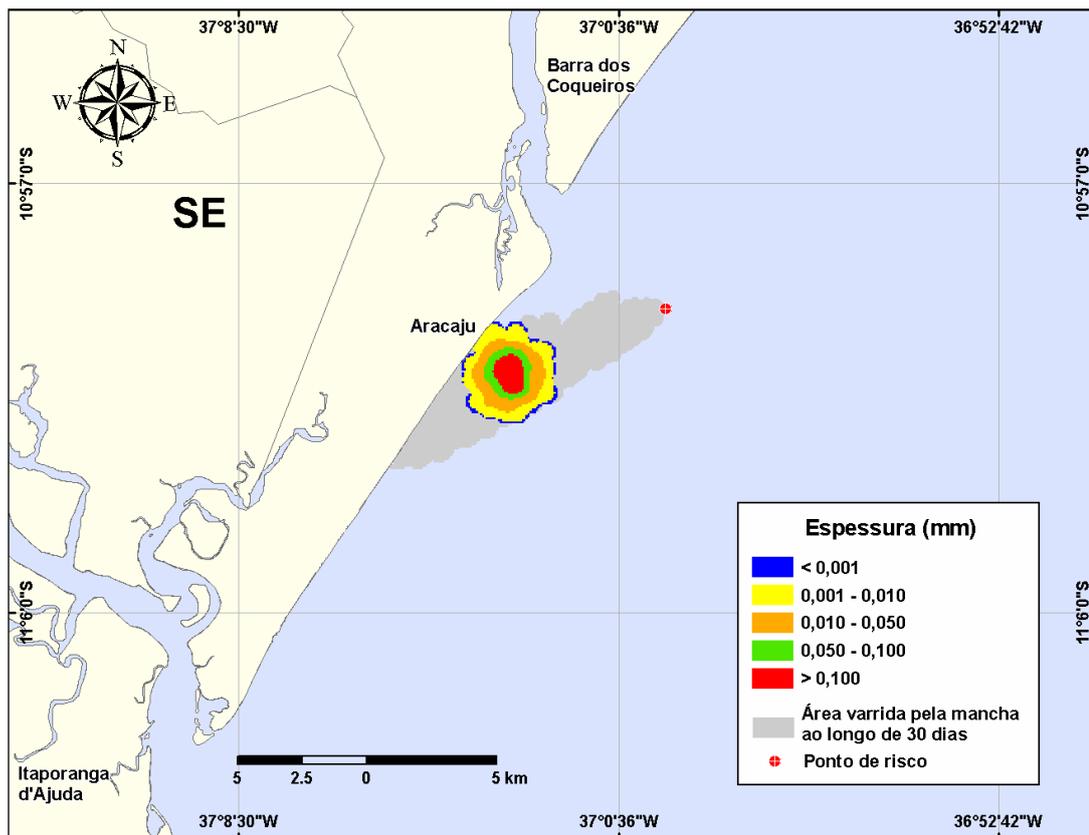


Figura III-89 - DET_PCM1_DIESEL_VER_500_30D. Cenário determinístico crítico para um derrame ocorrido durante o verão com óleo DIESEL, a partir do Ponto PCM1 no Campo Camorim.

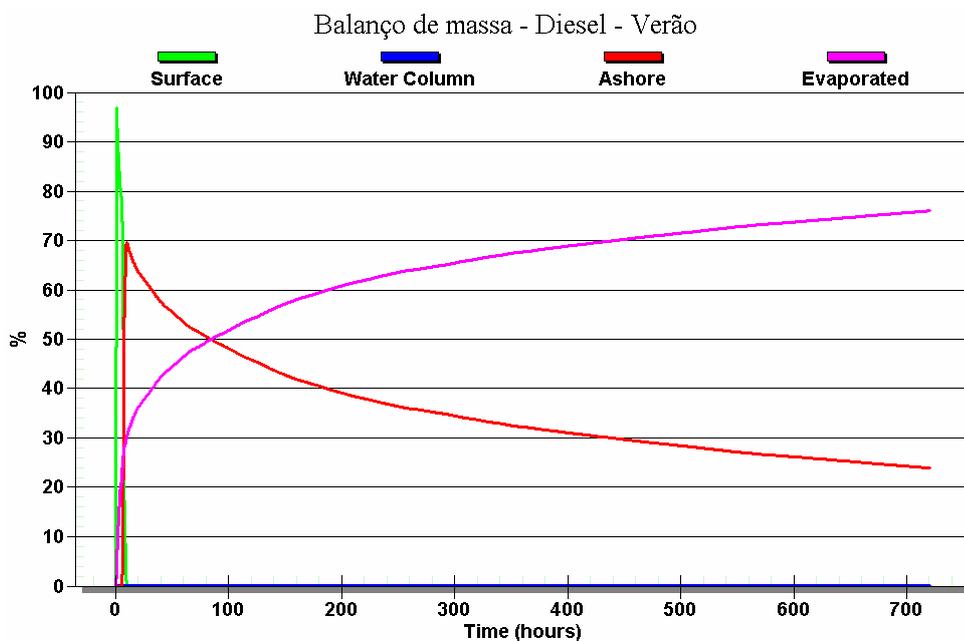


Figura III-90 - Balanço de massa do cenário DET_PCM1_DIESEL_VER_500_30D.

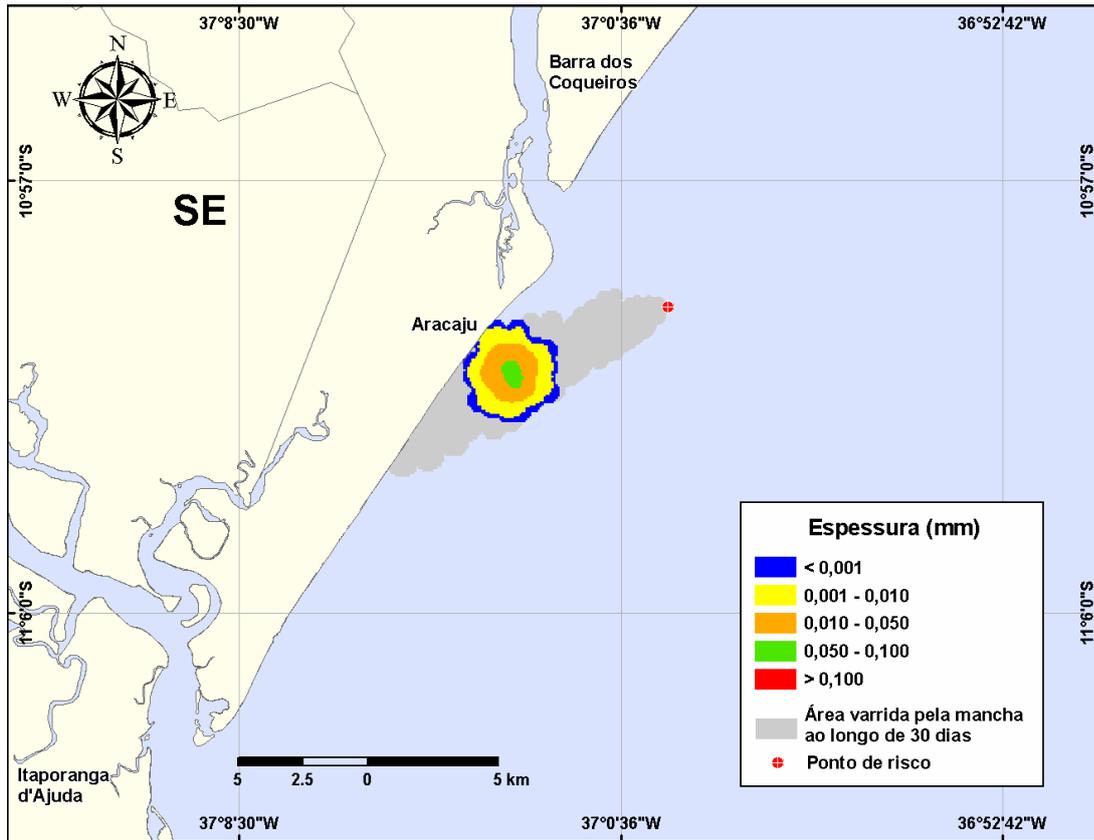


Figura III-91 - DET_PCM1_200_VER_30D. Cenário determinístico crítico para um derrame ocorrido durante o verão com óleo cru, a partir do Ponto PCM1 no Campo Camorim.

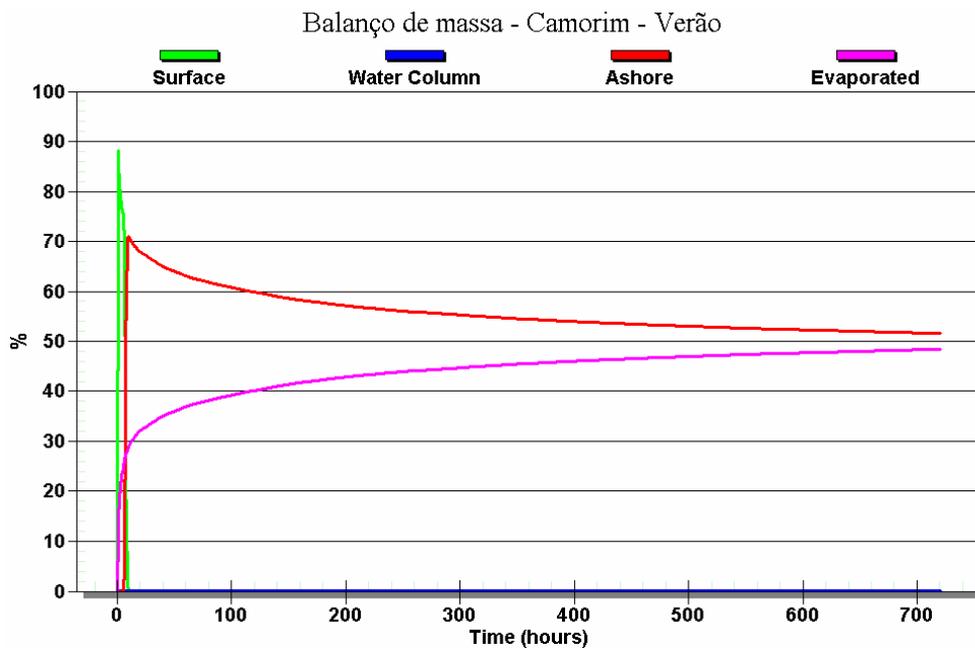


Figura III-92 - Balanço de massa do cenário DET_PCM1_200_VER_30D.

Dentre os cenários determinísticos críticos de verão do Campo Camorim, o cenário do ponto PCM1 com volume de pior caso (500 m³ de Diesel), foi considerado o mais crítico devido ao menor tempo que o óleo leva para chegar à costa. Desta forma, nas figuras III-93 a III-95 é apresentada a evolução da mancha de óleo junto com as condições meteorológicas e oceanográficas atuantes, do início do vazamento até o instante de primeiro toque na costa ocorrido no município de Aracaju (SE), após 5 horas.

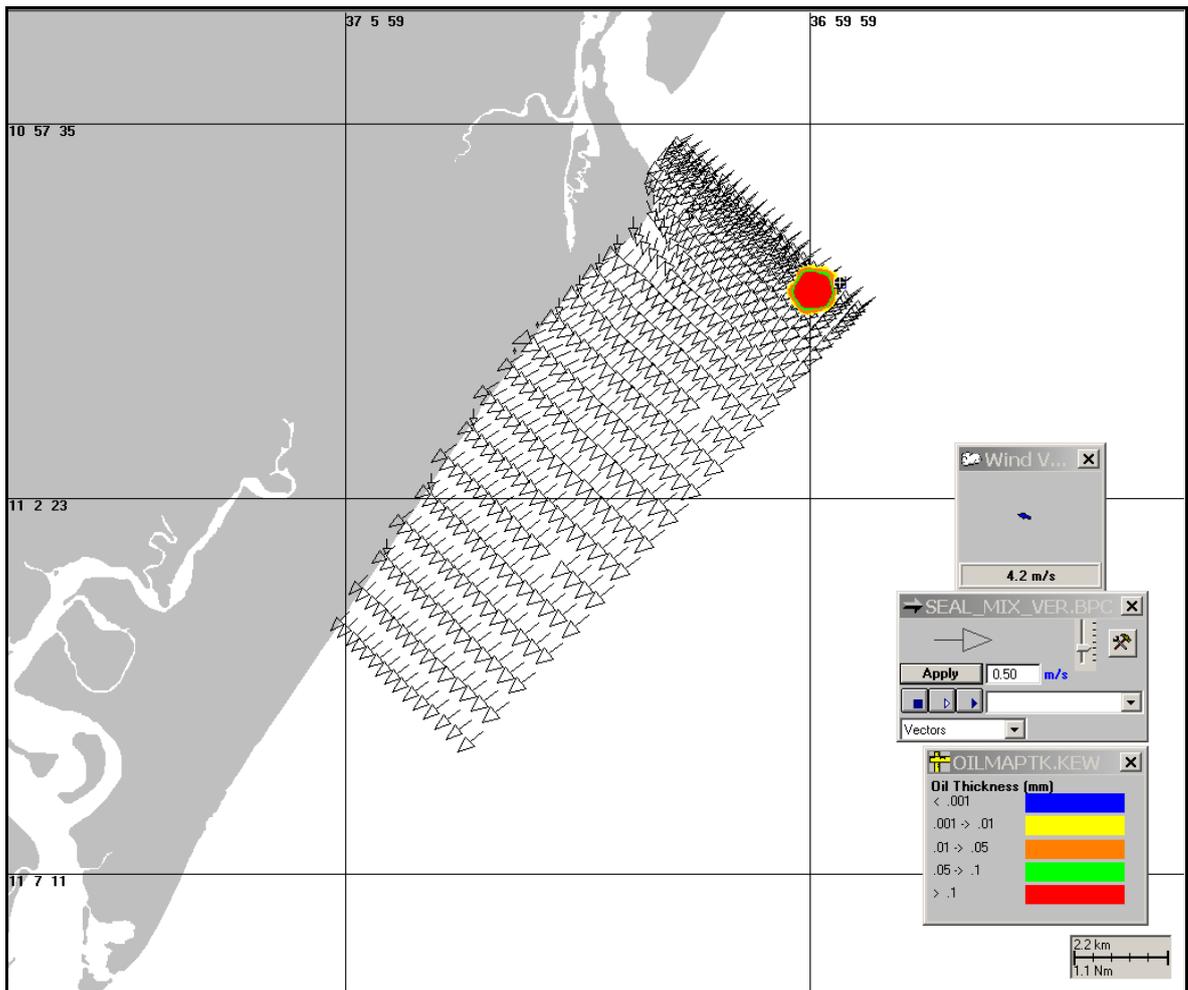


Figura III-93 - Cenário DET_PCM1_DIESEL_VER_500_30D. Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no início da simulação.

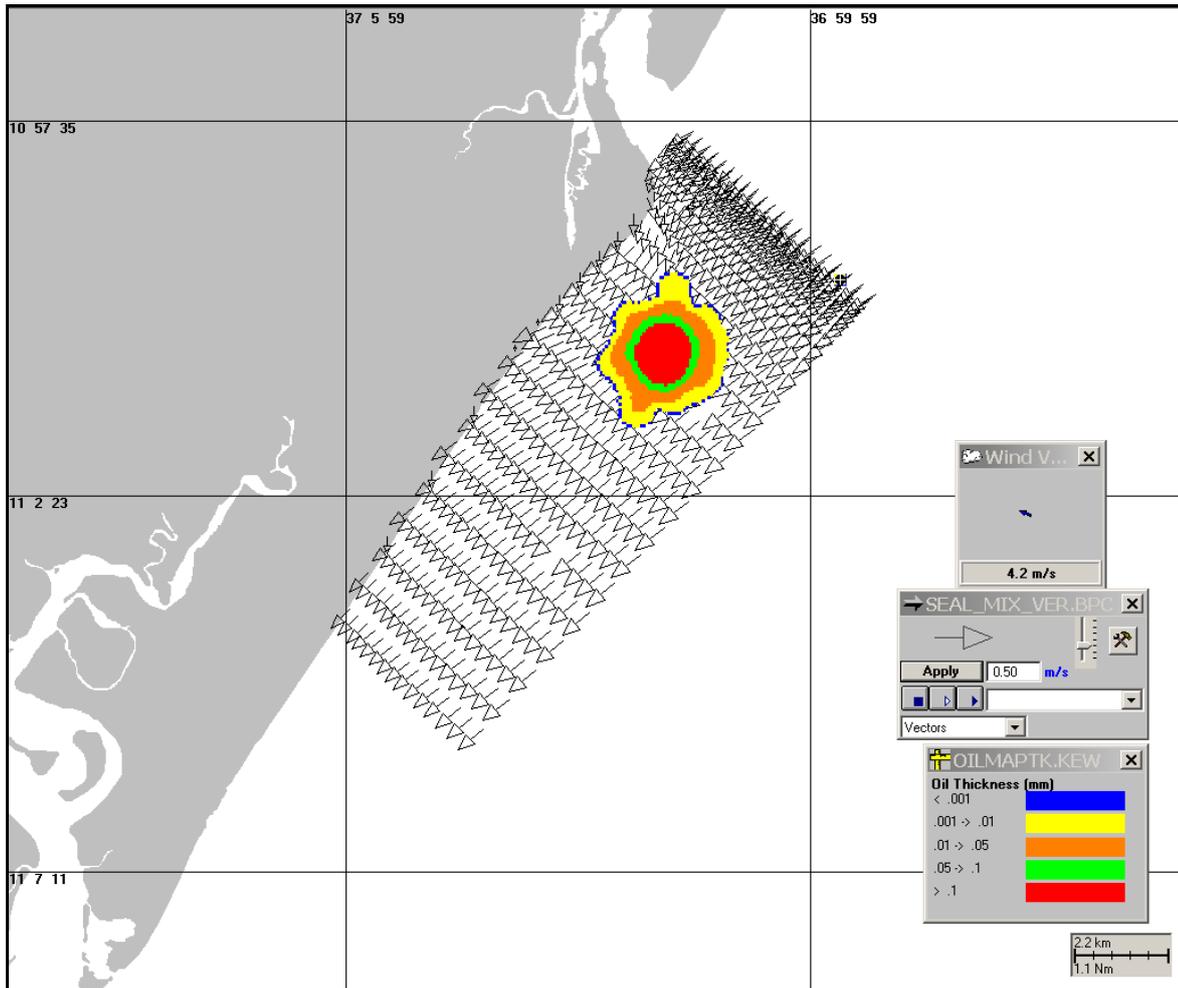


Figura III-94 - Cenário DET_PCM1_DIESEL_VER_500_30D. Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo 3 horas após o início da simulação.

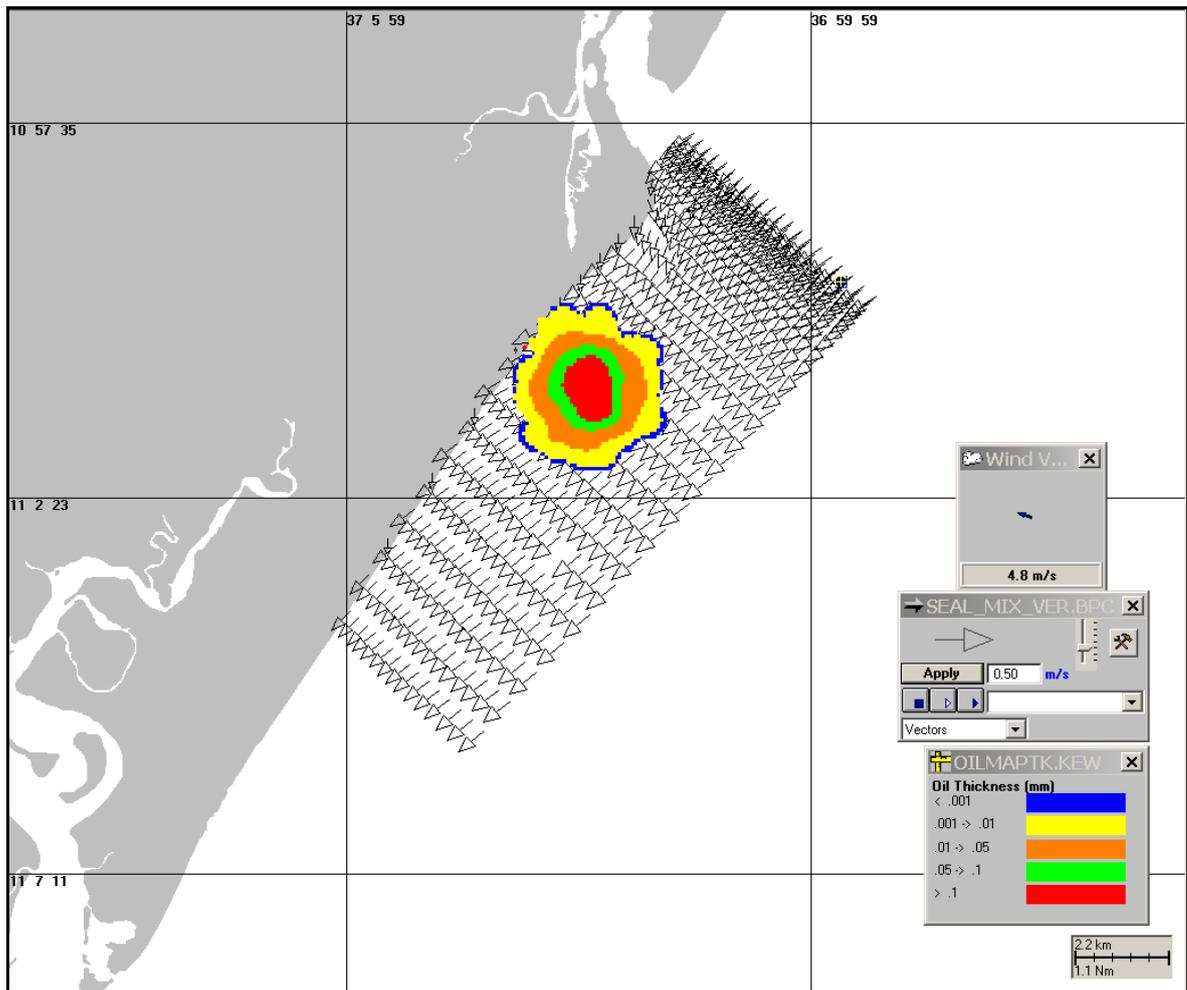


Figura III-95 - Cenário DET_PCM1_DIESEL_VER_500_30D. Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no instante de primeiro toque na costa da simulação.

Nas figuras III-96 a III-99 são apresentados os resultados das simulações determinísticas críticas para o período de inverno.

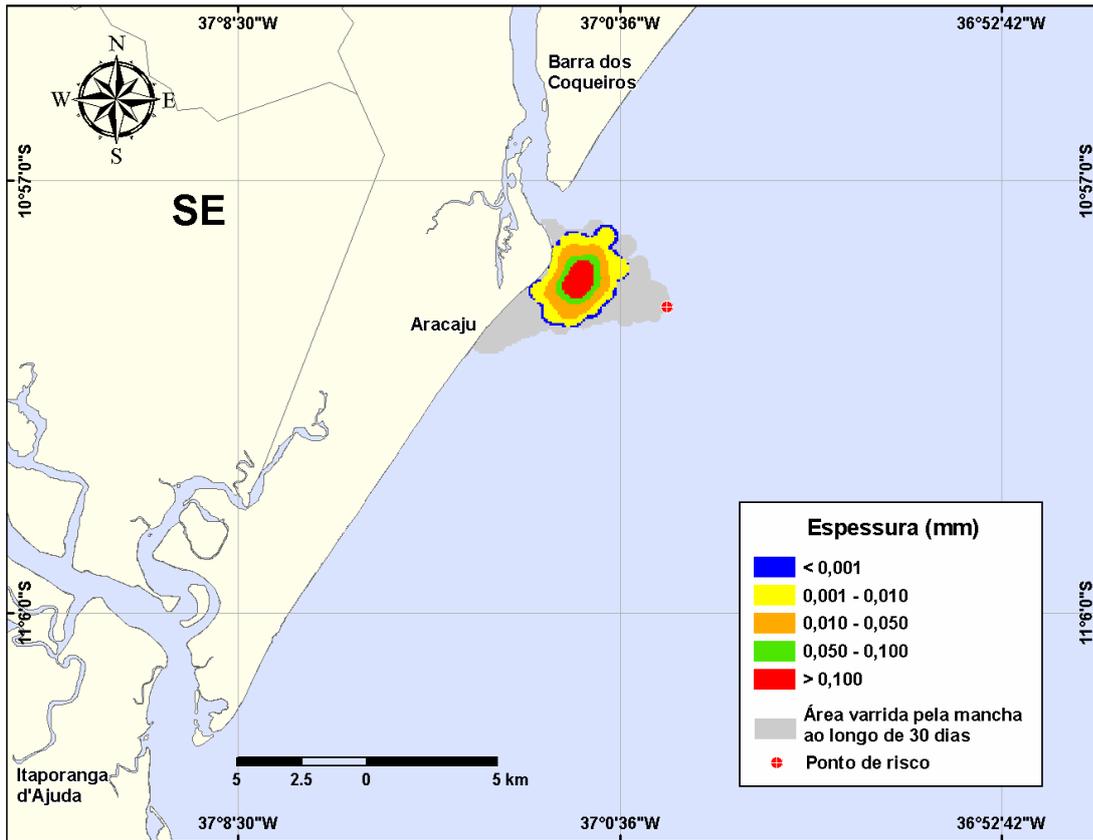


Figura III-96 - DET_PCM1_DIESEL_INV_500_30D. Cenário determinístico crítico para um derrame ocorrido durante o inverno com óleo DIESEL, a partir do Ponto-PCM1 no Campo Camorim.

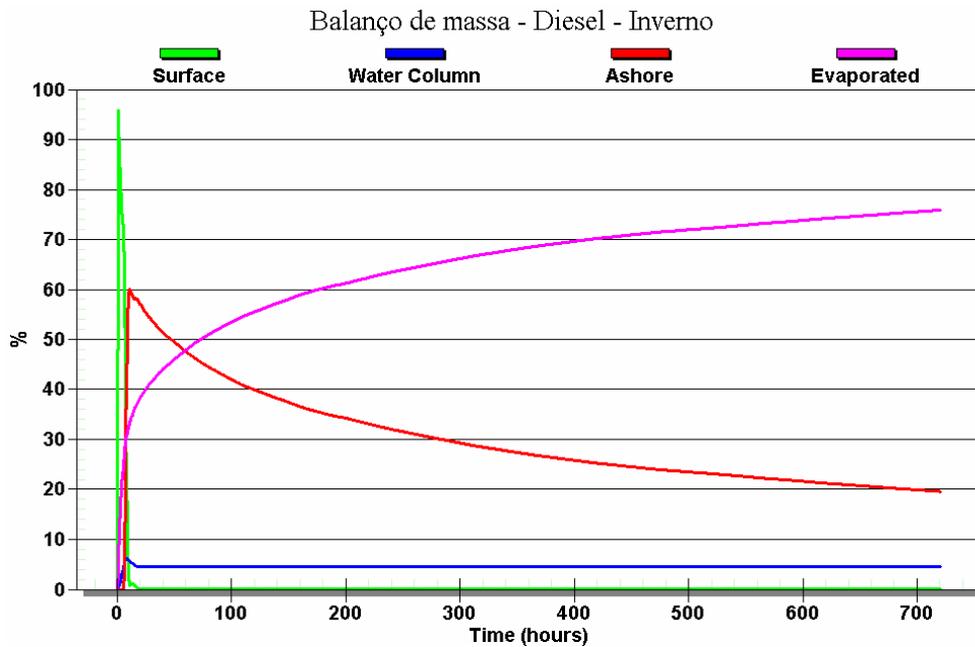


Figura III-97- Balanço de massa do cenário DET_PCM1_DIESEL_INV_500_30D.

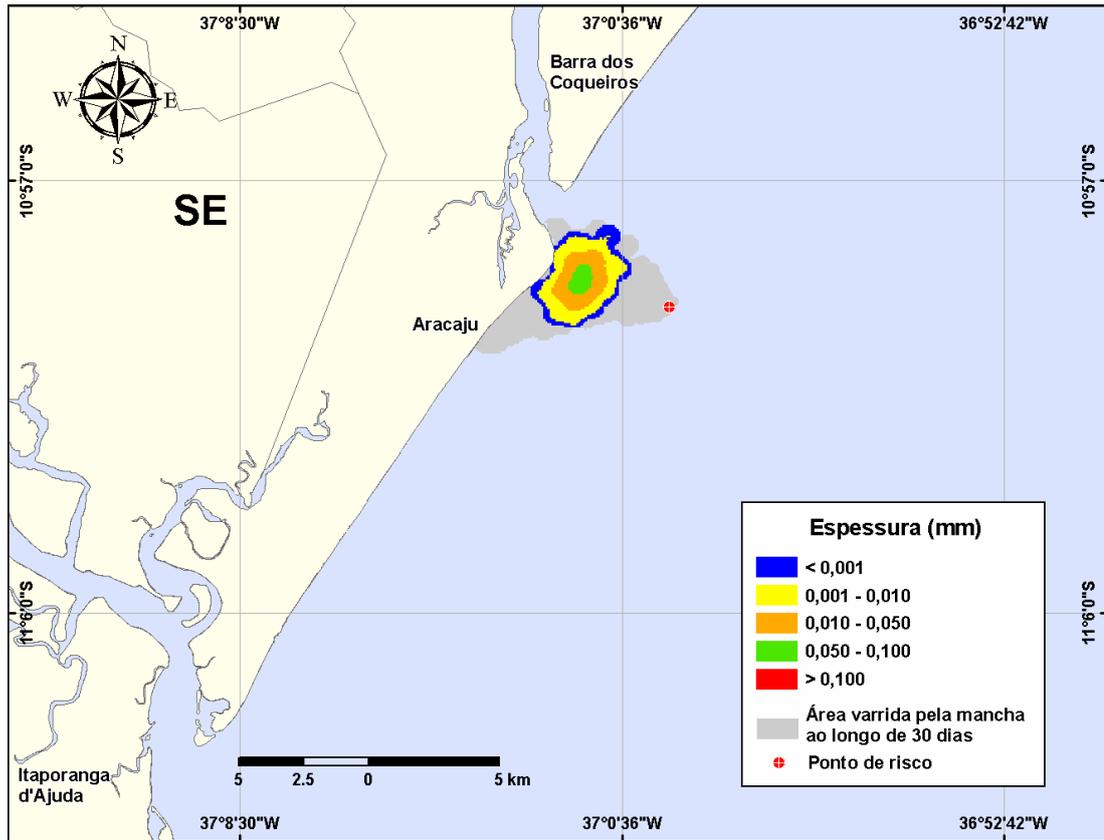


Figura III-98 - DET_PCM1_200_INV_30D. Cenário determinístico crítico para um derrame ocorrido durante o inverno com óleo cru, a partir do Ponto-PCM1 no Campo Camorim.

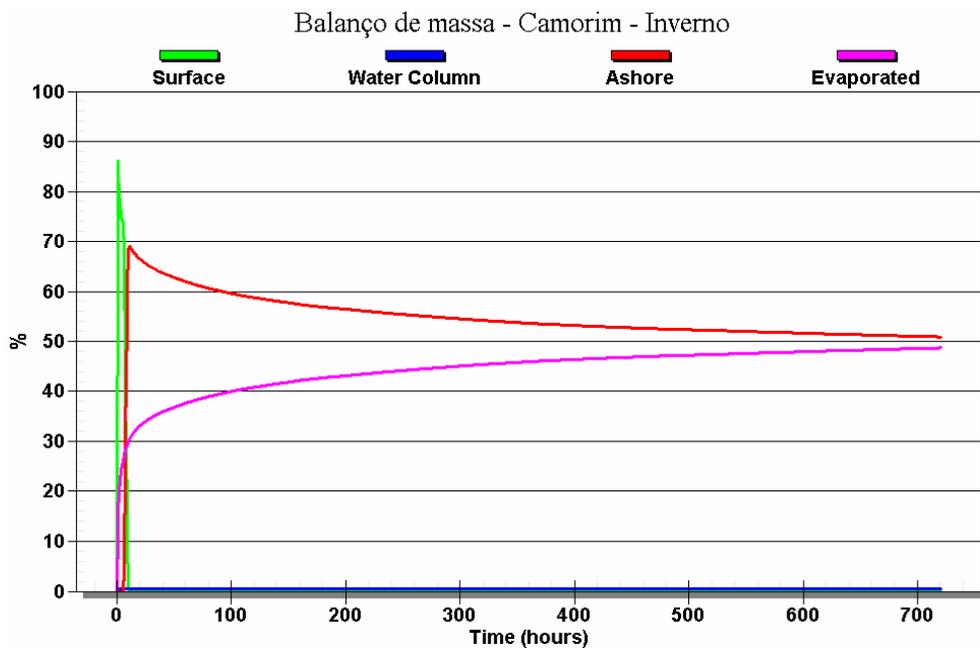


Figura III-99- Balanço de massa do cenário DET_PCM1_200_INV_30D.

Dentre os cenários determinísticos críticos de inverno, assim como para o caso de verão, o cenário do ponto PCM1 com volume de pior caso (500 m³ de Diesel), foi considerado o mais crítico devido ao menor tempo que o óleo chega à costa. As figuras III-100 a III-102 apresentam a evolução da mancha de óleo junto com as condições meteorológicas e oceanográficas atuantes, do início do vazamento até o instante de primeiro toque na costa, ocorrido no município de Aracaju (SE), após 5 horas.

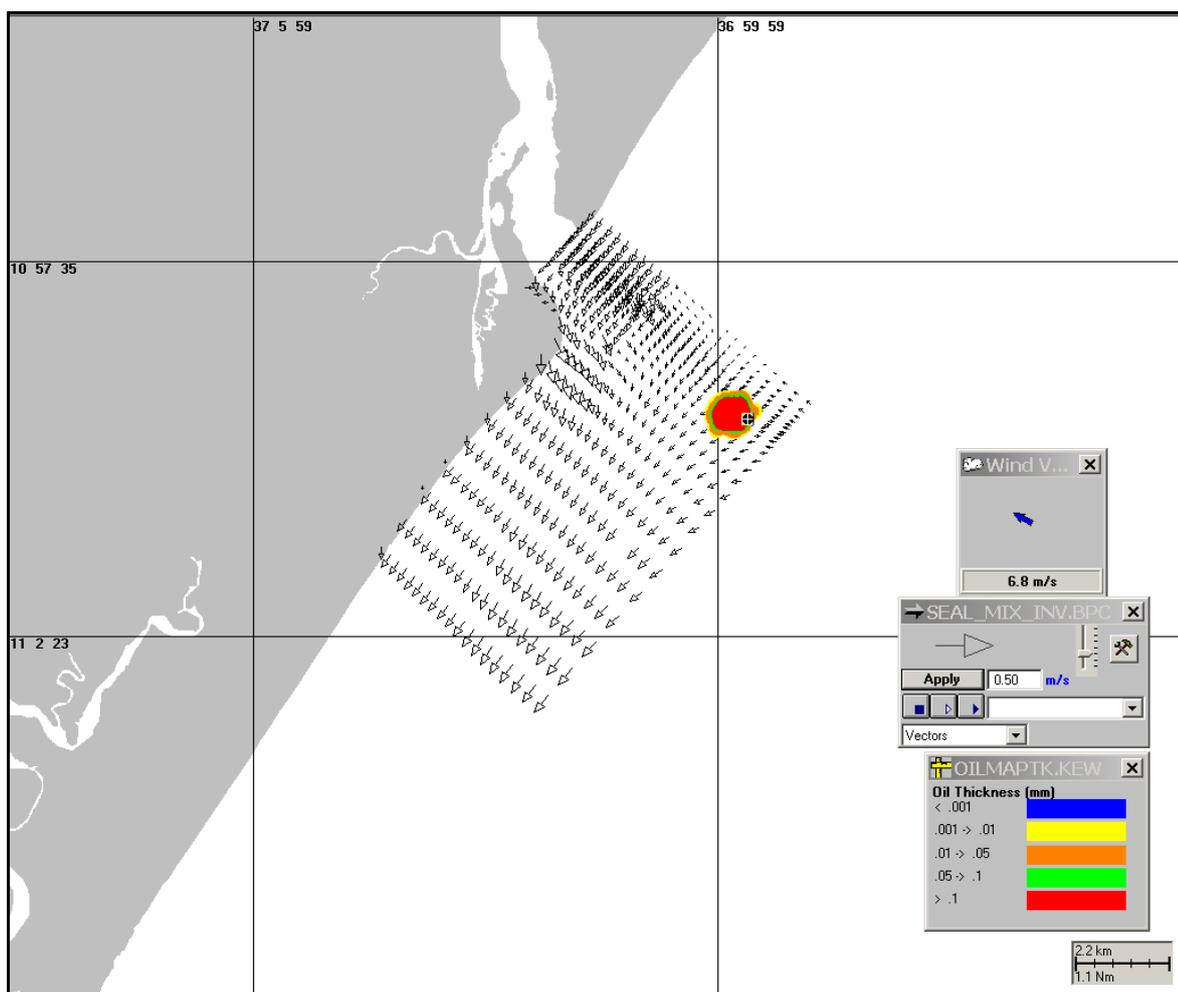


Figura III-100 - Cenário DET_PCM1_DIESEL_INV_500_30D Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no início da simulação.

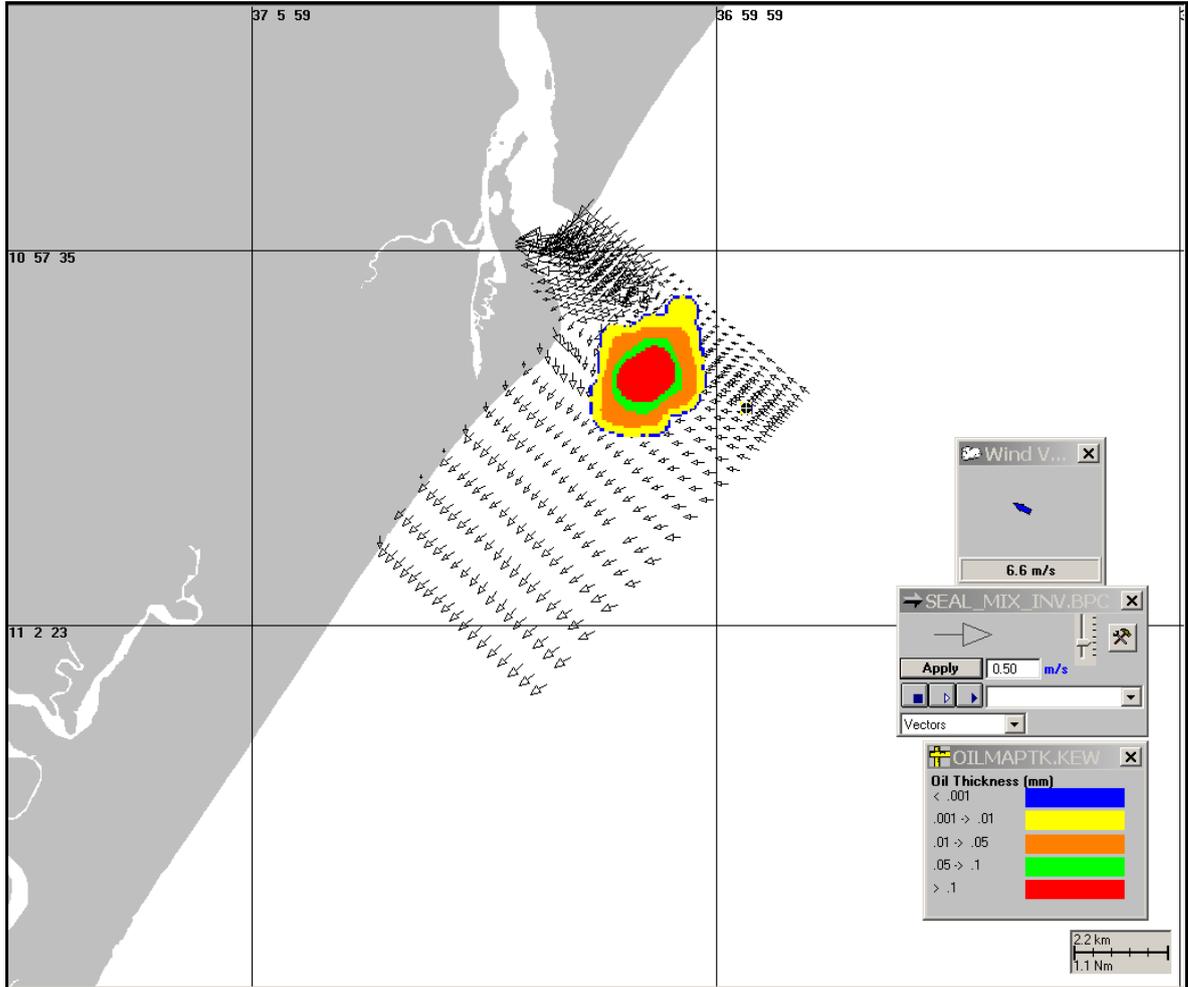


Figura III-101 - Cenário DET_PCM1_DIESEL_INV_500_30D Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo 3 horas após o início da simulação.

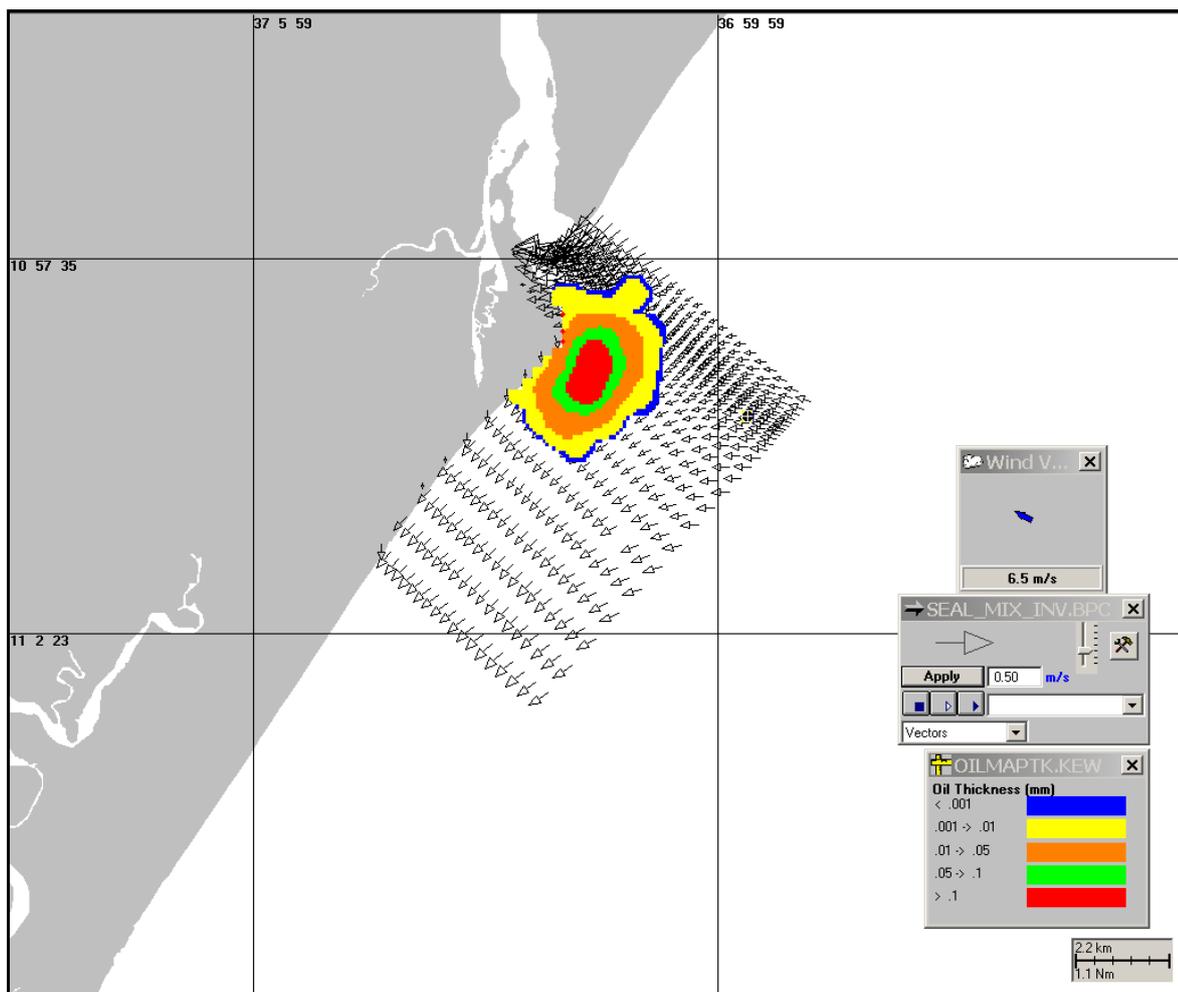


Figura III-102 - Cenário DET_PCM1_DIESEL_INV_500_30D Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no instante de primeiro toque na costa da simulação.

III.3 SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS PARA AS CONDIÇÕES METEOCEANOGRÁFICAS MAIS FREQUENTES

Os resultados das análises das informações de vento e correntes, realizadas no Item II.2 e em ASA (2009), permitiram caracterizar e identificar as condições meteorológicas e oceanográficas mais frequentes na região de estudo. Observou-se que, em ambos os períodos simulados, os ventos mais frequentes são provenientes da direção E, ESE e SE (vide tabelas II.2-1, II.2-2, II.2-3 e II.2-4). No caso das correntes, observou-se que as direções mais frequentes são para sudoeste, tanto no verão quanto no inverno (ASA, 2009).

Para estas condições (ventos e correntes mais frequentes) foram elaborados os cenários determinísticos cujo instante inicial corresponde a uma condição mais frequente no verão e uma no inverno. As datas foram selecionadas dentre todas as simulações determinísticas que compõem o resultado probabilístico. Os pontos de risco escolhidos foram os mesmos utilizados nos cenários determinísticos críticos.

Observando os resultados dos cenários determinísticos mais frequentes nota-se que as condições meteoceanográficas mais frequentes (correntes indo para a direção sudoeste e ventos provenientes da direção E, ESE e SE) levam o óleo diretamente para costa, da mesma forma que o determinístico considerado mais crítico. A diferença do menor tempo de toque na costa é de apenas 2 a 3 horas superior para condições mais frequentes, como é possível ver nos itens III.2 e III.3 de ASA (2010). Portanto, tendo em vista que o óleo toca rapidamente na costa e as diferenças entre os tempos e locais de toque na costa não são significativas, serão apresentados apenas os cenários determinísticos para os maiores volumes (*blowout*).

A Tabela III-15 apresenta um resumo dos cenários determinísticos para as condições mais frequentes de verão e inverno, obtidos para as simulações de derrame de óleo no Campo Camorim. Observa-se que o volume de óleo na costa ao final de uma simulação representativa das condições meteoceanográficas mais frequentes nos períodos simulados foi de 224 m³ para o verão e 216 m³ para o inverno.

Tabela III-15 - Resumo dos cenários determinísticos críticos de verão e de inverno para o Campo Camorim, para as condições meteoceanográficas mais frequentes.

CENÁRIOS	DATA DE INÍCIO DA SIMULAÇÃO	TEMPO MÍNIMO PARA ATINGIR A COSTA (HORAS)	VOLUME FINAL DE ÓLEO QUE CHEGA À COSTA (m ³)
DET_FREQ_CM10_VER_420_60D	5/03/2002 01:00 hs	16 (Barra dos Coqueiros)	224
DET_FREQ_CM10_INV_420_60D	3/06/2002 01:00 hs	15 (Barra dos Coqueiros)	216

Nas figuras III-103 e III-104 são apresentados os resultados das simulações determinísticas para a condição meteoceanográfica mais frequente das simulações de derrame de óleo no Campo, para o período de verão, enquanto nas figuras III-105 e III-106 são apresentados os resultados para o período de inverno.

No geral, observa-se que a interação com a linha de costa (linha vermelha) e a evaporação (linha rosa) são os principais processos responsáveis pela redução da massa de óleo nas simulações realizadas para ambos os períodos simulados.

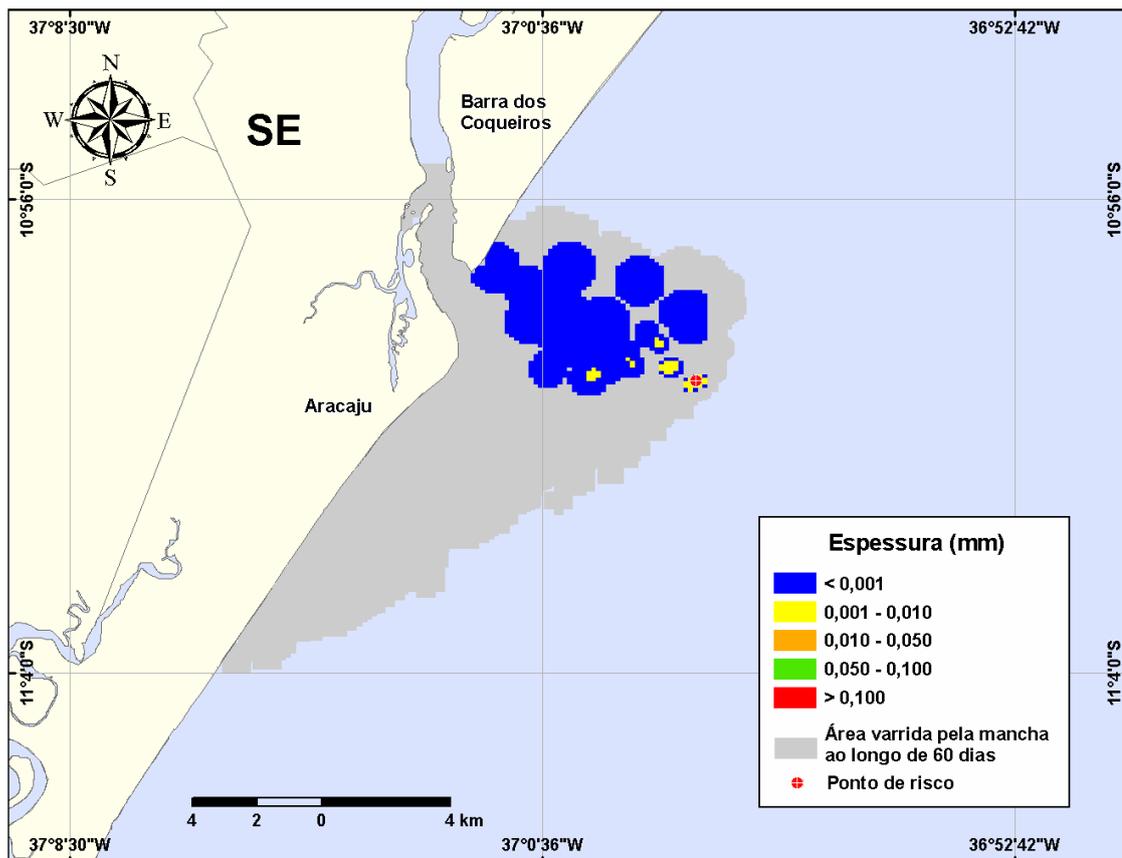


Figura III-103 - DET_FREQ_CM10_VER_420_60D. Cenário determinístico para a condição mais frequente, para um derrame ocorrido durante o verão com óleo cru a partir do Ponto-CM10 no Campo Camorim.

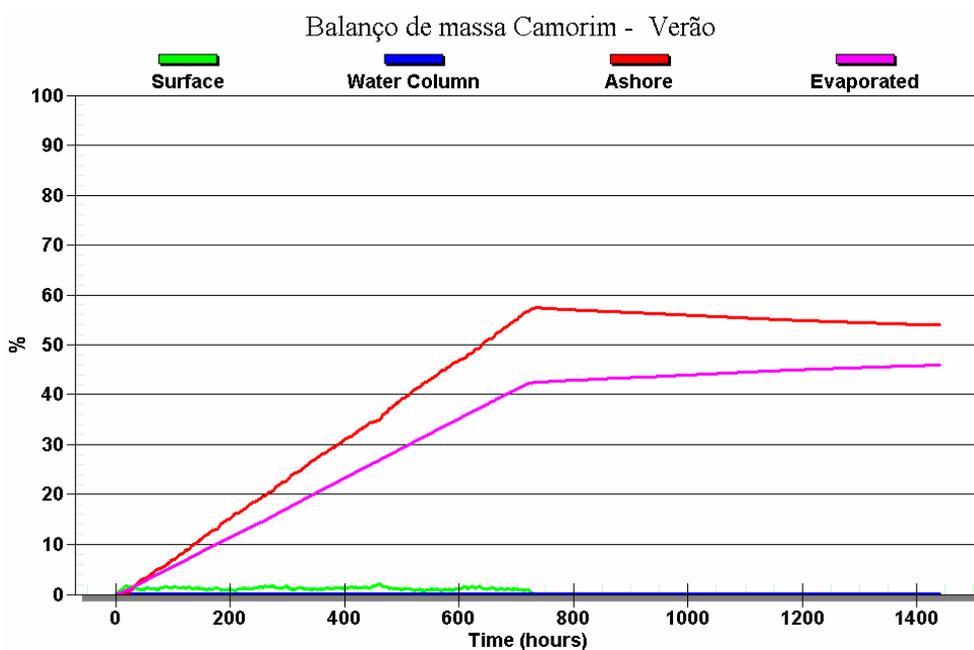


Figura III-104 - Balanço de massa do cenário DET_FREQ_CM10_VER_420_60D.

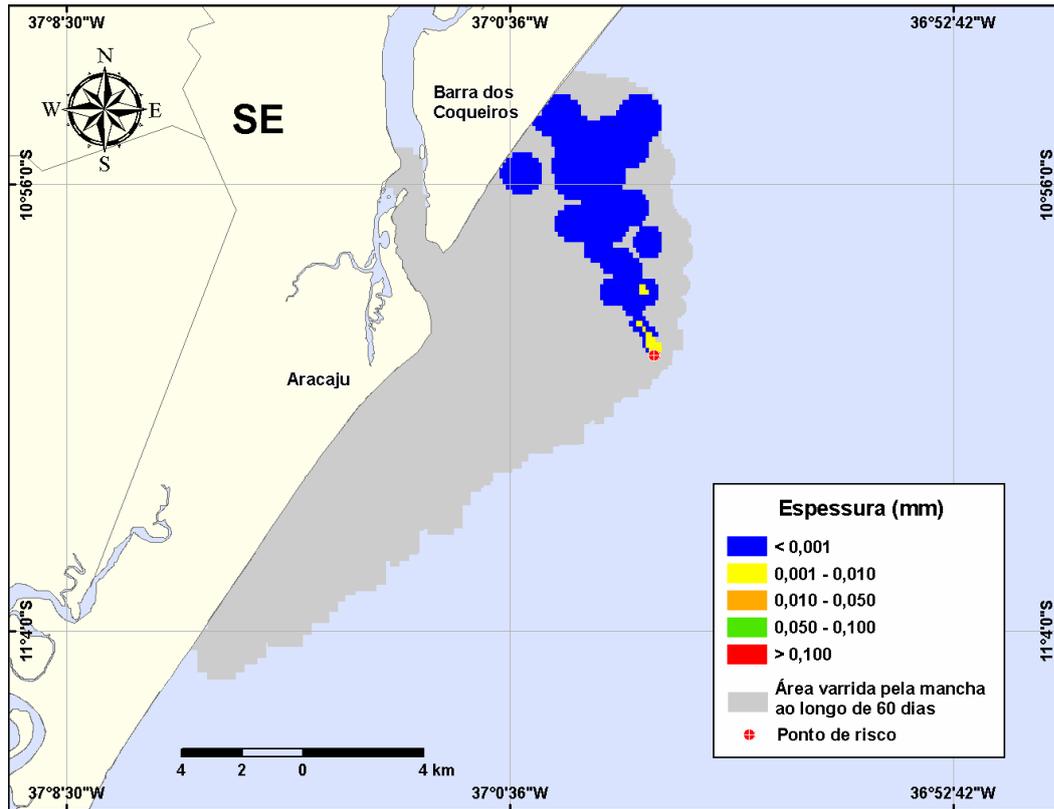


Figura III-105 - DET_FREQ_CM10_INV_420_60D. Cenário determinístico para a condição mais frequente, para um derrame ocorrido durante o inverno com óleo cru, a partir do Ponto-CM10 no Campo Camorim.

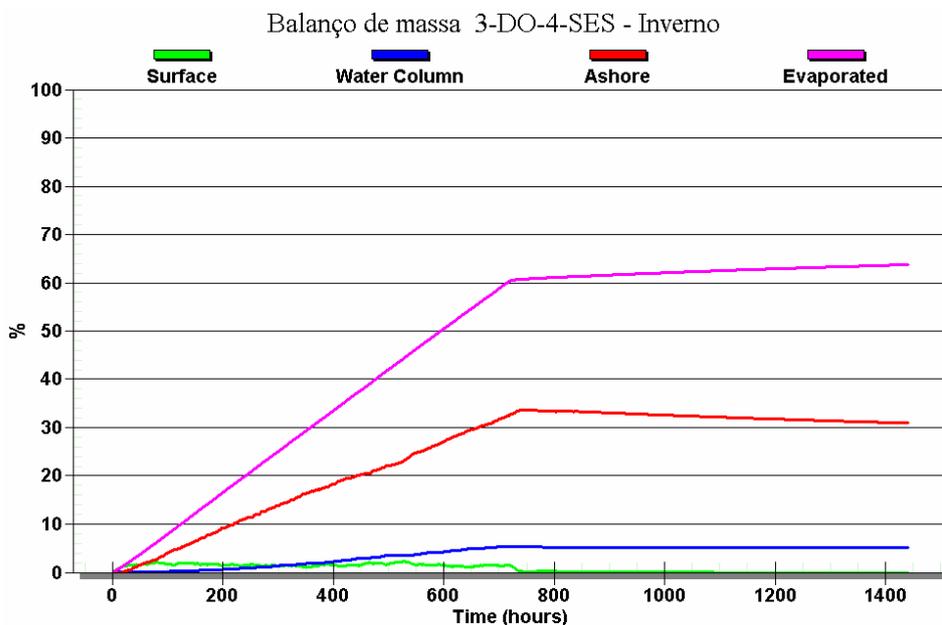


Figura III-106 - Balanço de massa do cenário DET_FREQ_CM10_INV_420_60D.

IV CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste relatório apresenta-se a revisão da modelagem de transporte e dispersão de óleo no mar das atividades de instalação, perfuração e produção marítima de poços de petróleo, a serem realizadas pela PETROBRAS no Campo Camorim na Bacia de Sergipe-Alagoas.

O campo de correntes característico dos padrões de circulação na região foi obtido a partir da composição dos resultados de dois modelos hidrodinâmicos elaborados para representar a dinâmica de pequena (região costeira e estuarina) e de meso-escala (plataforma e talude continentais). O modelo numérico implementado para resolver a dinâmica da região costeira e estuarina foi o ORTHOHYDRO, desenvolvido pela **Applied Science Associates (ASA), Inc.** O modelo hidrodinâmico implementado para resolver a dinâmica da plataforma e talude continentais foi baseado no *Princeton Ocean Model (POM)*.

Para avaliar o impacto de potenciais derrames de óleo decorrentes das atividades no Campo Camorim, foram simulados cenários probabilísticos e determinísticos de derrames de óleo, considerando quatro pontos de risco, além de diferentes volumes e tipos de óleo. As hipóteses acidentais deste trabalho representam possíveis vazamentos de óleo decorrentes de atividades de perfuração, instalação e produção marítima de poços de petróleo e de acidentes entre embarcações. Devido a isto, os pontos de risco podem representar acidentes possíveis de acontecer nas fases de instalação, produção e perfuração.

As simulações probabilísticas foram conduzidas para determinar os intervalos de probabilidade da mancha atingir a área de estudo, utilizando como critério de parada o tempo de 30 dias após o final do vazamento. A partir dos resultados das simulações probabilísticas, foram selecionados os cenários determinísticos críticos para condições de verão e inverno, utilizando como critério o menor tempo de chegada do óleo na costa. Adicionalmente, foram simulados cenários determinísticos das condições meteorológicas e oceanográficas mais frequentes.

As simulações probabilísticas do Campo Camorim apresentaram um tempo rápido de toque no continente devido à maior proximidade dos pontos de risco em relação à costa. O menor tempo de toque na costa foi de 5 horas para o período de verão. Este tempo foi resultante das simulações dos cenários do ponto PCM1, com derrames de volumes pequeno, médio e de pior caso, tanto para os vazamentos de óleo Diesel quanto de óleo tipo Camorim.

Para o período de inverno o menor tempo de toque na costa também foi de 5 horas, resultante novamente dos cenários do ponto PCM1, com derrames de volumes pequenos, médio e de pior caso, tanto para os vazamentos de óleo Diesel quanto de óleo tipo Camorim. As maiores extensões de toque na costa foram de 152,7 km para o período de verão e 212,6 km para o de inverno, sendo ambos os resultados derivados das simulações do ponto CM10, com volume de pior caso. Os municípios de Aracaju (SE) e Itaporanga d'Ajuda (SE) apresentaram probabilidade de toque na costa em todos os cenários. O município de Barra dos Coqueiros (SE) apresentou probabilidade de toque em quase todos os cenários, com exceção dos cenários de verão, com derrame de Diesel a partir do ponto PCM1. Nos cenários do ponto CM10, que apresentaram a maior extensão de toque na costa, ocorreu a probabilidade de toque nos três municípios três citados anteriormente. O Município de Aracaju (SE) sempre apresentou a maior probabilidade de toque na costa, esta que não foi superior a 70%, para os períodos de verão e inverno. No entanto, para os cenários de *blowout* a partir do ponto CM-10 a probabilidade de toque na costa para o município de Aracaju foi de 100%.

Os resultados mostraram, também, que nas simulações probabilísticas no Campo Camorim, existe probabilidade do óleo penetrar nos estuários dos Rios Sergipe e Vaza-Barris. No período de verão existe probabilidade de o óleo percorrer cerca de 6,3 km no estuário do Rio Sergipe e 7 km no Rio Vaza-Barris. No estuário do Rio Sergipe, com exceção dos cenários de *blowout*, que apresentaram probabilidades entre 90-100% neste estuário, estas probabilidades não são superiores a 20%, sendo que valores superiores a 10% só são encontrados nos cenários referentes ao ponto PCM9. No estuário do Rio Vaza-Barris, exceção aos cenários de *blowout* com probabilidades de 30-40%, as maiores probabilidades encontradas não são superiores a 35%, sendo que, assim

como no verão, os cenários do ponto PCM9 apresentaram os maiores valores. As outras probabilidades encontradas no estuário não foram superiores a 20%.

Nas simulações de inverno foram encontradas probabilidades de óleo em até 7 km dentro do estuário do Rio Sergipe. Com exceção do cenário de *blowout* que apresentou probabilidades entre 90-100% neste local, as maiores probabilidades foram encontradas nos cenários do ponto PCM9, e estas não foram superiores a 35%. Para o Rio Vaza-Barris, onde o óleo penetra, aproximadamente, 11 km no estuário; as maiores probabilidades não foram maiores que 50%, sendo que, os valores mais altos encontrados foram resultantes dos cenários do ponto PCM9. Os demais cenários apresentaram probabilidades no interior do estuário do Rio Vaza-Barris inferiores a 10%.

Finalmente, vale ressaltar que, nas simulações apresentadas neste estudo, não foram consideradas quaisquer medidas de resposta ou controle para os potenciais acidentes simulados.

V BIBLIOGRAFIA

AB'SABER A.N., 2001. Litoral do Brasil, Ed. Metalivros.

ASA (Applied Science Associates South America), 2009. Modelagem Hidrodinâmica para a Região da Área Geográfica do Bloco BM-SEAL-9 e Campos de Caioba, Camorim, Guaricema e Dourado, Bacia de Sergipe-Alagoas. Relatório Técnico, janeiro de 2009. São Paulo, 110pp.

ASA (Applied Science Associates South America), 2010. Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para os Campos Camorim, Dourado e Guaricema, Bacia de Sergipe-Alagoas. Relatório Técnico, Revisão 00 (27 de julho de 2010). 370pp.

BRASIL, 2008. Resolução CONAMA nº 398, de 11 de junho de 2008. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 12 jun. 2008.

IBAMA, 2009. Nota Técnica N°02/2009/CGPEG/DILIC. Síntese dos aspectos técnicos da modelagem de transporte de óleo no mar e suas aplicações aos processos de licenciamento em E&P. Rio de Janeiro, 02 de março de 2009.

VI EQUIPE TÉCNICA

Equipe da Empresa Consultora Applied Science Consultoria Ltda.

Profissional	Ana Carolina R. Lammardo
Empresa	ASA South America
Registro no Conselho de Classe	000.000.000-0
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	325047
Responsável pelo(s) Capítulo(s)	TODOS
Assinatura	

Profissional	Camila Cantagallo Devids
Empresa	ASA South America
Registro no Conselho de Classe	000.000.000-0
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	2393696
Responsável pelo(s) Capítulo(s)	TODOS
Assinatura	

Profissional	Eduardo Yassuda
Empresa	ASA South America
Registro no Conselho de Classe	060.184.738.5
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	94066
Responsável pelo(s) Capítulo(s)	TODOS
Assinatura	

Profissional	Gabriel Clauzet
Empresa	ASA South America
Registro no Conselho de Classe	000.000.000-0
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	1031373
Responsável pelo(s) Capítulo(s)	TODOS
Assinatura	

Profissional	Luigi Tavolaro Santini
Empresa	ASA South America
Registro no Conselho de Classe	000.000.000-0
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	3045420
Responsável pelo(s) Capítulo(s)	TODOS
Assinatura	

Profissional	Marco Antonio Corrêa
Empresa	ASA South America
Registro no Conselho de Classe	000.000.000-0
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	434236
Responsável pelo(s) Capítulo(s)	TODOS
Assinatura	

Profissional	Pedro Fabiano de Moraes Sarmento
Empresa	ASA South America
Registro no Conselho de Classe	000.000.000-0
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	1800416
Responsável pelo(s) Capítulo(s)	TODOS
Assinatura	

ANEXO A – DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MODELOS OILMAP

Na modelagem da deriva de óleo foi utilizado o modelo OILMAP, desenvolvido pela **Applied Science Associates (ASA), Inc.** Este modelo é uma ferramenta utilizada para o acompanhamento e previsão do deslocamento e intemperismo de qualquer tipo de óleo derramado em acidentes com petróleo.

O OILMAP é um sistema de modelos, utilizado em Planos de Contingência (Lima *et al.*, 2003, ASA 2003a,b,c), Planos de Emergência com acompanhamento em tempo real (Pereira *et al.*, 2005), Planos de Emergência Individuais (ASA, 2003d, 2004), Relatório de Controle Ambiental (ASA, 2005a) e Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) no Brasil (ASA, 2005b) e em várias regiões do mundo (Jayko & Howlett, 1992; Spaulding *et al.*, 1992a,b).

O OILMAP foi projetado em uma configuração modular de forma que diferentes tipos de modelos, bem como um conjunto de ferramentas sofisticadas de dados ambientais, podem ser acoplados dependendo do problema e da situação em estudo. Através de sua interface gráfica, o OILMAP permite ao usuário a especificação dos cenários; animação das trajetórias, correntes e vento; importar e exportar dados ambientais; a definição da grade computacional para qualquer área dentro do domínio; gerar correntes médias ou de maré; incluir ou editar as características dos óleos registrados no banco de dados; apresentar dados contidos em objetos georreferenciados (SIG); e determinar o impacto ambiental em recursos naturais. As funções do SIG permitem ao usuário a entrada, manipulação e exibição de objetos na tela através de pontos, linhas, e polígonos georreferenciados ao domínio definido pelo cenário. A cada objeto podem ser atribuídos dados em formato de texto, valores numéricos ou arquivos a partir de *links* externos.

O sistema OILMAP inclui os seguintes modelos: um modelo de deriva e intemperismo para óleo de superfície e subsuperfície, um modelo de resposta a derramamento de óleo, modelo probabilístico, e um modelo receptor que através do método reverso localiza a origem do derramamento a partir de informações da posição da mancha.

Para elaboração de cenários de deriva para acidentes com petróleo deve ser definido um conjunto de duas grades computacionais, sobrepostas ao mapa digital da área de estudo. Uma das grades, compreendendo apenas a região de água, define o campo de circulação, podendo neste caso ser baseada em resultados de um modelo hidrodinâmico implementado na região de estudo. A outra grade (*land-water*) define quais as células ou blocos correspondem à área de terra e quais à área de água, com a interface definida pela linha de costa. A linha de costa é representada por uma série de blocos que limita a extensão em que a mancha de óleo pode se movimentar em uma determinada direção, dependendo do tipo de costa (e.g. manguezais, costões rochosos, praias).

O modelo de deriva de óleo prevê o transporte e intemperismo do óleo a partir de derrames instantâneos e contínuos. As estimativas demonstram a localização e massa do óleo na superfície *versus* o tempo. O modelo estima a variação temporal da cobertura de área, espessura da mancha e viscosidade do óleo. O modelo também estima o balanço da massa de óleo ou a quantidade de óleo sobre a superfície do mar, na coluna de água, evaporado, na costa, e fora da área de estudo *versus* o tempo. Os processos de transformações biogeoquímicas no modelo incluem dispersão, evaporação, entranhamento, dispersão natural ou por suspensão e emulsificação. O OILMAP pode também calcular as interações do óleo com a camada de sedimentos e, no balanço de massa, a sedimentação associada a este processo.

A advecção e a dispersão são os processos físicos associados ao deslocamento e espalhamento do óleo, resultantes da ação combinada do vento, das ondas, da maré e dos fluxos induzidos por gradiente de densidade. O processo de advecção é modelado usando uma formulação lagrangiana e o processo de dispersão é modelado usando uma formulação do tipo deslocamento aleatório (*random walk*). A dispersão e o espalhamento da mancha são representados no modelo pela formulação espesso-fino de Mackay *et al.* (1980a, 1982), utilizando-se a abordagem de mancha espessa dos mesmos autores.

O processo de evaporação baseia-se na formulação analítica parametrizada em termos de exposição à evaporação (Mackay *et al.*, 1980b, 1982). O modelo de Exposição à Evaporação (Stiver & Mackay, 1984) é uma aproximação analítica para a previsão do volume evaporado. O modelo utiliza informações da curva de destilação para estimar os parâmetros necessários à equação analítica.

Os processos de entranhamento são modelados utilizando-se a formulação de Delvigne & Sweeney (1988) que, explicitamente, representa índices de injeção de óleo para dentro da coluna d'água por gotículas de óleo. O coeficiente de entranhamento, como uma função da viscosidade do óleo, baseia-se em Delvigne & Hulsen (1994).

O processo de emulsificação do óleo, em função de perdas de evaporação e alterações na porcentagem de água na mistura, baseia-se em Mackay *et al.* (1980a, 1982) e depende da composição do óleo e do estado do mar. O método de emulsificação de Mackay *et al.* (1982) é implementado através dos valores dos parâmetros de entrada do coeficiente de viscosidade do *mousse* e uma taxa de emulsificação que podem ser usados para diminuir a taxa em que a emulsificação está prevista para ocorrer.

A interação do óleo com o litoral e a linha de costa é modelada com base em uma versão simplificada de Reed *et al.* (1989), que formula o problema em termos de uma capacidade de retenção dependendo do tipo da costa e de um índice de remoção exponencial.

Utilizando-se o OILMAP em modo probabilístico, é possível considerar a variabilidade das forçantes ambientais. As simulações de derrame são realizadas através da variação aleatória do início do mesmo dentro do período para o qual se dispõe de dados meteorológicos e oceanográficos. Tanto os ventos quanto as correntes, ou ambos, podem variar estocasticamente. As múltiplas trajetórias são, então, utilizadas para a produção de curvas de contorno, demonstrando a probabilidade da presença de óleo em cada ponto da grade computacional (área de estudo). As probabilidades de presença de óleo e tempo de deslocamento da mancha podem ser correlacionadas a recursos naturais armazenados no banco de dados (SIG), de forma a auxiliar na avaliação de impactos ambientais em termos da probabilidade da presença de óleo em recursos importantes.

A.1 FORMULAÇÃO DO MODELO

O sistema OILMAP inclui um modelo de trajetória e intemperismo para óleo de superfície que prevê o transporte e a degradação do óleo a partir de derrames instantâneos e contínuos.

No OILMAP, a mancha de óleo é considerada como um conjunto de partículas lagrangianas contendo, cada uma delas, massa conhecida. O vetor posição (\vec{X}_t) de uma dada partícula, num determinado instante t , é definido como:

$$\vec{X}_t = \vec{X}_{t-\Delta t} + \Delta t \vec{U}_{oil} \quad (1)$$

onde

- Δt = passo de tempo (s);
- $\vec{X}_{t-\Delta t}$ = posição em $t - \Delta t$;
- \vec{U}_{oil} = velocidade da mancha (m/s).

A velocidade advectiva da partícula, \vec{U}_{oil} (m/s), é definida por:

$$\vec{U}_{oil} = \vec{U}_w + \vec{U}_t + \vec{U}_r + \alpha \vec{U}_e + \beta \vec{U}_p \quad (2)$$

onde

- \vec{U}_w = componente da velocidade devido ao vento e às ondas (m/s);
- \vec{U}_t = componente da velocidade devido às correntes de maré (m/s);
- \vec{U}_r = componente da velocidade devido ao fluxo residual (m/s);
- \vec{U}_e = componente da velocidade devido ao fluxo de Ekman (m/s);
- \vec{U}_p = componente da velocidade devido ao *blowout* (m/s);
- α = 0 para derrame de superfície, 1 para subsuperfície;
- β = 0 para derrame sem *blowout*, 1 para *blowout*.

A componente da velocidade advectiva devida às correntes de maré, \bar{U}_t , e ao fluxo residual, \bar{U}_r , são provenientes do modelo hidrodinâmico. A velocidade de deriva devida ao vento, u_{wc} e v_{wc} (m/s), componentes Leste-Oeste e Norte-Sul, respectivamente, são:

$$u_{wc} = C_1 u_w \quad (3)$$

$$v_{wc} = C_1 v_w \quad (4)$$

onde

u_w = componente Leste-Oeste da velocidade do vento (m/s);

v_w = componente Norte-Sul da velocidade do vento (m/s);

C_1 = fator de deriva (%).

O fator de deriva, C_1 , é constante (Lange & Hühnerfuss, 1978), podendo variar entre 1,0 e 4,5%, baseado em observações. Valores de 3 a 3,5% são mais frequentemente utilizados para ventos moderados em áreas de mar aberto. Valores menores são mais utilizados em zonas costeiras protegidas, como estuários e baías. O valor *default* no modelo é 3,5%. Se as correntes de superfície, fornecidas pelo modelo hidrodinâmico (ou dados observacionais), já são forçadas pelo vento, então o fator de deriva deve ser reduzido.

O ângulo de deriva é no sentido anti-horário da direção do vento (Hemisfério Sul). Assim, a velocidade de deriva devida ao vento, u_{wd} e v_{wd} (m/s), componentes Leste-Oeste e Norte-Sul, respectivamente, são:

$$u_{wd} = u_{wc} \cos \theta + v_{wc} \operatorname{sen} \theta \quad (5)$$

$$v_{wd} = u_{wc} \operatorname{sen} \theta + v_{wc} \cos \theta \quad (6)$$

onde

u_{wd} = componente Leste-Oeste da velocidade devida à deriva do vento (m/s);

v_{wd} = componente Norte-Sul da velocidade devida à deriva do vento (m/s);

θ = ângulo de deriva ($^\circ$) constante ($\theta = C_c$). O valor *default* é zero.

Utilizando a formulação *random walk* para a dispersão horizontal, é possível simular os processos dispersivos que ocorrem numa escala de movimento inferior à escala de resolução do campo de corrente fornecido pelos dados e ou modelo hidrodinâmico (Okubo, 1971; Okubo & Ozmidov, 1970). As componentes da velocidade de dispersão da mancha, u_{dd} e v_{dd} , (m/s), são definidas (Bear & Verruijt, 1987) por:

$$u_{dd} = \gamma \sqrt{\frac{6D_x}{\Delta t}} \quad (7)$$

$$v_{dd} = \gamma \sqrt{\frac{6D_y}{\Delta t}} \quad (8)$$

onde

D_x = coeficiente de dispersão horizontal na direção Leste-Oeste (m²/s);

D_y = coeficiente de dispersão horizontal na direção Norte-Sul (m²/s);

Δt = passo de tempo (s);

γ = número aleatório entre (-1) e (1).

Os coeficientes de dispersão horizontal nas direções Leste-Oeste (D_x) e Norte-Sul (D_y) são, geralmente, iguais.

O processo de espalhamento da mancha é representado pela formulação espesso-fino de Mackay *et al.* (1980a,b, 1982), utilizando-se a abordagem de mancha espessa. O OILMAP modela apenas a mancha espessa que contém mais de 90% da massa associada à mancha. A taxa de mudança da área superficial para o espalhamento da mancha espessa (Mackay *et al.*, 1980a), \bar{A}_{tk} (m²/s), é definida por:

$$\bar{A}_{tk} = \frac{dA_{tk}}{dt} = K_1 A_{tk}^{1/3} \left(\frac{V_m}{A_{tk}} \right)^{4/3} \quad (9)$$

onde

A_{tk} = área superficial da mancha (m²);

K_1 = taxa de espalhamento constante (s⁻¹);

V_m = volume da superfície da mancha (m³);

t = tempo (s).

A análise de sensibilidade deste algoritmo demonstrou que a solução é sensível ao número de partículas utilizadas. Com o objetivo de minimizar esta dependência, Kolluru (1992) derivou uma formulação, normalizando a solução para diferentes números de partículas superficiais.

A taxa de mudança da área superficial de uma única partícula (m^2/s) é dada por:

$$\tilde{A}_{tk} = \frac{dA_{tk}}{dt} = K_1 A_{tk}^{1/3} \left(\frac{V_m}{A_{tk}} \right)^{4/3} \left(\frac{R_s}{R_e} \right)^{4/3} \quad (10)$$

onde

A_{tk} = área superficial de uma partícula (m^2);

K_1 = taxa de espalhamento constante (s^{-1});

V_m = volume de óleo de uma partícula (m^3);

R_s = raio de uma partícula (m);

R_e = raio efetivo da superfície da mancha (m).

O raio efetivo da superfície da mancha R_e (m), (Kolluru, 1992) é dado por:

$$R_e \left[\left(\frac{1}{\pi} \right) \sum_{n=1}^N A_{tk} \right]^{1/2} \quad (11)$$

onde

A_{tk} = área superficial de uma partícula (m^2);

N = número de partículas usadas para representar a superfície da mancha.

O processo de evaporação baseia-se na formulação analítica parametrizada em termos de exposição à evaporação (Mackay et al., 1980b, 1982).

O modelo de Exposição à Evaporação (Stiver & Mackay, 1984) é uma aproximação analítica para a previsão do volume evaporado. O modelo utiliza informações da curva de destilação do óleo (curva PEV) para estimar os parâmetros necessários a esta equação analítica. A fração evaporada, F_v , é definida por:

$$F_v = \frac{\ln[1 + B(T_G/T)\theta \exp(A - BT_0/T)]}{[T/BT_G]} \quad (12)$$

onde

T_0 = ponto de ebulição inicial (K);

T_G = gradiente da curva de destilação modificada;

T = temperatura do ambiente (K);

A, B = constantes adimensionais;

θ = exposição à evaporação.

A exposição à evaporação, θ , é definida por:

$$\theta = \left(\frac{K_m A_t}{V_0} \right) \quad (13)$$

onde

K_m = coeficiente de transferência de massa (m/s);

A = área da mancha (m²);

t = tempo (s);

V_0 = volume do derrame de óleo (m³).

Dados da curva de destilação (T_0 , T_G , A , B), para óleo cru, podem ser obtidos no *Environment Canada's Oil Catalog* (Whiticar *et al.*, 1992), ou através dos seguintes procedimentos:

1. T_0 (ponto de ebulição inicial) e T_G (gradiente) são obtidos plotando-se a temperatura de ebulição (T_B) com a fração do volume destilado (F_v) para um determinado tipo de óleo, como se segue:

$$T_B = T_0 + T_G F_v \quad (14)$$

2. A (ponto de intersecção com o eixo y) e B (declividade) são obtidos plotando-se o logaritmo natural da constante da Lei de Henry, H , com a

temperatura de ebulição (T_B). A constante da Lei de Henry, H , é definida como a razão da concentração do óleo na fase de vapor com a fase líquida. É uma constante adimensional obtida através de experimentos em laboratórios e definida por:

$$H = PV / RT \quad (15)$$

onde

P = pressão do vapor do óleo (atm);

V = volume do óleo (m^3);

R = constante universal dos gases;

T = temperatura ambiente (K).

H é comumente fornecido em unidades de atm - m^3/mol , devendo ser dividido por RT para adimensionalizá-lo. A relação entre H e T_B é:

$$\ln H = A - B \left(\frac{T_B}{T} \right) \quad (16)$$

Os valores de A e B são fornecidos no banco de dados do OILMAP e variam de 1 a 20 e de 7 a 18, respectivamente.

Os processos de entranhamento são modelados utilizando-se a formulação de Delvigne & Sweeney (1988) que, explicitamente, representa índices de injeção de óleo para dentro da coluna de água por gotículas de óleo. O coeficiente de entranhamento, como uma função da viscosidade do óleo, baseia-se em Delvigne & Hulsen (1994).

Delvigne & Sweeney (1988) desenvolveram uma relação para a taxa de entranhamento do óleo como uma função do tamanho da partícula de óleo, Q_d (kg/m^2s), expressa como:

$$Q_d = C * D_d^{0,57} S F d^{0,7} \Delta d \quad (17)$$

onde

C^* = constante empírica de entranhamento que depende do tipo de óleo e do estado do tempo;

D_d = energia dissipada da arrebentação da onda por unidade de área superficial (J/m^2);

S = fração da superfície do mar coberta pelo óleo;

F = fração da superfície do mar atingida pela arrebentação das ondas;

d = diâmetro da partícula de óleo (m);

Δd = intervalo de diâmetro da partícula de óleo (m).

A constante de entranhamento, C^* , foi ajustada aos dados relatados em Delvigne & Hulsen (1994) como:

$$C^* = \exp(a \ln(\mu / \rho) + b) \quad (18)$$

onde

μ = viscosidade do óleo (cP);

ρ = densidade do óleo (g/cm^3);

$a = -0,1023$, $b = 07,572$ para $(\mu / \rho) < 132$ cSt;

$a = -1,8927$, $b = 16,313$ para $(\mu / \rho) > 132$ cSt.

O diâmetro médio da partícula, d_{50} (μm), é definido por:

$$d_{50} = 1818(E)^{-0,5} \left(\frac{\mu}{\rho_0} \right)^{0,34} \quad (19)$$

onde

E = taxa de dissipação da energia da onda por unidade de volume (J/m^3s), com 10^3 a 10^4 para ondas em zona de arrebentação, 1 a 10 para camada superficial, 10^{-1} a 1 para estuários e 10^{-4} a 10^{-2} para oceano profundo;

μ = viscosidade do óleo (cP);

ρ = densidade do óleo (g/cm^3).

O processo de entranhamento é muito sensível aos valores mínimo (d_{\min}) e máximo (d_{\max}) do diâmetro da partícula (μm), sendo:

$$d_{\min} = 0,1d_{50} \quad (20)$$

$$d_{\max} = 2,0d_{50} \quad (21)$$

A energia dissipada da onda, D_d (J/m^2), é:

$$D_d = 3,4 \times 10^{-3} \rho_w g H^2 \quad (22)$$

onde

ρ_w = densidade da água (kg/m^3);

g = aceleração da gravidade (m/s^2);

H = raiz quadrada média da altura da arrebentação da onda (m).

A fração da superfície marinha impactada pela arrebentação das ondas por unidade de tempo, F , é:

$$F = 0,032(U_w - U_t)/T_w \quad (23)$$

onde

U_w = velocidade do vento 10 m acima da superfície do mar (m/s);

U_t = valor limite do vento para a quebra da onda ($\sim 5 \text{ m}/\text{s}$);

T_w = período de onda significativo (s).

O total da massa que sofre entranhamento na coluna d'água, M_e (kg), é:

$$M_e = Adt \int_{d_{\min}}^{d_{\max}} Q_d dd \quad (24)$$

onde

A = área superficial da mancha (m^2);

dt = passo de tempo (s);

Q_d = taxa de entranhamento ($kg\ m^{-2}\ s^{-1}$).

A profundidade de intrusão, z_m (m), é:

$$z_m = 1,5H_b \quad (25)$$

onde

H_b = altura da quebra da onda (m).

A velocidade de ascensão para cada tamanho de gotícula, W_i (m/s), é:

$$W_i = d_i^2 g (1 - \rho_0 / \rho_w) / 18\nu_w \quad (26)$$

onde

d_i = diâmetro da gotícula (m);

g = constante gravitacional (m/s^2);

ρ_0 = densidade do óleo (kg/m^3);

ρ_w = densidade da água (kg/m^3);

ν_w = viscosidade da água (m^2/s).

Esta relação usa a Lei de Stokes e é válida para baixos valores de números de Reynolds ($R_e < 20$).

A profundidade de mistura para cada tamanho de partícula, Z_i (m), é:

$$Z_i = \max\left(\frac{D_v}{W_i}, Z_m\right) \quad (27)$$

onde

D_v = coeficiente de dispersão vertical (m^2/s).

O coeficiente de dispersão vertical, D_v (m^2/s), é definido como:

$$D_v = 0,0015W_{10} \quad (28)$$

onde

W_{10} = velocidade do vento a 10 m de altura (m/s).

A fração da massa que volta à superfície para cada tamanho de partícula, R_i , é dada por:

$$R_i = \frac{W_i dt}{Z_i} \quad (29)$$

onde

dt = passo de tempo (s).

O processo de emulsificação do óleo, em função de perdas de evaporação e alterações na porcentagem de água na mistura, baseia-se em Mackay *et al.* (1980a, 1982) e depende da composição do óleo e do estado do mar.

O método de emulsificação de Mackay *et al.* (1982) é implementado pelo usuário através dos valores dos parâmetros de entrada do coeficiente de viscosidade do *mousse* e uma taxa de emulsificação, que podem ser usados para diminuir a taxa em que a emulsificação está prevista para ocorrer.

O aumento exponencial do algoritmo da formação do *mousse* é apresentado em Mackay *et al.* (1980a, 1982). A taxa de água que é incorporada ao óleo, \tilde{F}_{wc} (s^{-1}), é dada por:

$$\tilde{F}_{wc} = \frac{dF_{wc}}{dt} = C_1 U_w^2 \left(1 - \frac{F_{wc}}{C_2} \right) \quad (30)$$

onde

U_w = velocidade do vento (m/s);

C_1 = constante empírica (2×10^{-6} para o óleo emulsificado; 0 para outros);

C_2 = constante que controla a quantidade máxima de água (0,7 para óleo combustível pesado e óleo cru);

F_{wc} = fração máxima de água no óleo (valor de entrada para caracterização do óleo) (s^{-1}).

A viscosidade do óleo emulsificado, μ (cP), é dada por:

$$\mu = \mu_0 \exp\left(\frac{2,5F_{wc}}{1 - C_0 F_{wc}}\right) \quad (31)$$

onde

μ_0 = viscosidade inicial do óleo (cP);

F_{wc} = fração máxima de água no óleo;

C_0 = constante de emulsificação ($\sim 0,65$).

O efeito da evaporação na viscosidade, μ (cP), é dada por:

$$\mu = \mu_0 \exp(C_4 F_v) \quad (32)$$

onde

μ_0 = viscosidade inicial do óleo (cP);

C_4 = constante (1 para óleo leve e 10 para óleo pesado);

F_v = fração evaporada da superfície da mancha.

A interação do óleo com o litoral e linha de costa é modelada com base em uma versão simplificada de Reed *et al.* (1989), que formula o problema em termos de uma capacidade de retenção dependendo do tipo da costa e de um índice de remoção exponencial. Estes processos foram parametrizados no OILMAP da seguinte forma:

- A grade que representa a linha de costa do OILMAP (grade *land-water*) pode conter diferentes informações sobre as capacidades de retenção de óleo para cada elemento de grade. A deposição ocorre quando uma partícula de óleo cruza a linha de costa e termina quando a capacidade de absorção da superfície especificada é atingida. As partículas de óleo que posteriormente atingem um elemento de grade costeira já saturada não permanecem na superfície da costa;
- O óleo depositado na linha de costa é exponencialmente removido com o tempo, retornando à coluna d'água numa maré enchente suficientemente alta para umedecer a superfície com o óleo, aliada a ação do vento;
- A fração de massa disponível para deposição na linha de costa, F_{sh} , é:

$$F_{sh} = \frac{A_{lg}}{A_s} \quad (33)$$

onde

A_{lg} = área de um elemento de grade;

A_s = área de uma partícula na superfície.

- A massa é depositada na grade costeira apenas se o total de massa acumulada é menor do que a capacidade de absorção de determinado elemento de grade. Esta capacidade de absorção para um determinado tipo de costa i , $M_{h,i}$ (kg), é:

$$M_{h,i} = \rho_0 t_i W_i L_{gi} \quad (34)$$

onde

i = parâmetro do tipo de costa;

ρ_0 = densidade do óleo depositado (kg/m^3);

t_i = espessura máxima do óleo que pode ser depositada na costa (varia de acordo com o tipo de costa e viscosidade do óleo);

W_i = largura do elemento de grade atingido pelo óleo;

L_{gi} = comprimento do elemento de grade atingido pelo óleo.

- A massa de óleo restante na costa em qualquer instante, M_R (kg), é

$$M_R = M_0(1 - \exp[-t/T]) \quad (35)$$

onde

M_0 = massa inicial do óleo depositado na costa (kg);

t = tempo (dias);

T = tempo de remoção dependente do tipo de costa (dias).

A.2 DADOS DE ENTRADA

Os conjuntos de dados de entrada e parâmetros do modelo que definem um cenário são:

- ✓ localização geográfica do ponto de derrame;
- ✓ data e horário;
- ✓ duração do derrame;
- ✓ volume derramado;
- ✓ tipo de óleo;
- ✓ duração da simulação;
- ✓ opções de resposta (*e.g.*, barreiras, sobrevoo, dispersantes);
- ✓ campo de correntes;
- ✓ arquivo de dados meteorológicos;
- ✓ opções de saída;
- ✓ parâmetros de simulação:
 - número de partículas,
 - fator de vento,
 - coeficiente de dispersão horizontal,
 - passo de tempo do modelo,
 - passo de tempo do arquivo de saída.

Os resultados de cada simulação correspondem, então, a um único cenário, definido pelo arquivo de entrada de dados e parâmetros do modelo.

A.3 BIBLIOGRAFIA

ASA (Applied Science Associates South America), 2003a. Cenários de Acidentes com Petróleo no Terminal de Alemoa (SP). Relatório Técnico (janeiro de 2003). 57pp.

ASA (Applied Science Associates South America), 2003b. Cenários de Acidentes com Petróleo no Terminal de Paranaguá (PR). Relatório Técnico (janeiro de 2003). 51pp.

ASA (Applied Science Associates South America), 2003c. Cenários de Acidentes com Petróleo na Refinaria de Presidente Bernardes – RPBC (SP). Relatório Técnico (dezembro de 2003). 47pp.

ASA (Applied Science Associates South America), 2003d. Estudos de Deriva para Acidentes com Produtos Derivados de Petróleo no Terminal de São Luís (MA). Relatório Técnico (dezembro de 2003). 196pp.

ASA (Applied Science Associates South America), 2004. Estudos de Deriva para Acidentes com Produtos Derivados de Petróleo na Base Vila do Conde (PA). Relatório Técnico (janeiro de 2004). 207pp.

ASA (Applied Science Associates South America), 2005a. Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para o Bloco BM-CAL-6. Relatório Técnico, Revisão 01 (outubro de 2005). 212pp.

ASA (Applied Science Associates South America), 2005b. Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para o FPSO Capixaba, Campo de Golfinho, Bacia do Espírito Santo. Relatório Técnico (abril de 2005). 107pp.

BEAR, J. & A. VERRUIJT, 1987. Modeling groundwater flow and pollution with computer programs for sample cases. Kluwer Academic Publishers.

DELVIGNE G.A.L. & C.E. SWEENEY, 1988. Natural dispersion of oil. **Oil & Chemical Pollution**, 4 (1988): p. 281-310.

DELVIGNE G.A.L. & L.J.M. HULSEN, 1994. Simplified laboratory measurement of oil dispersion coefficient – Application in computations of natural oil dispersion. Proceedings of the Seventeenth Arctic and Marine Oil Spill Program, Technical Seminar, June 8-10, 1994, Vancouver, BC Canada, pp.173-187.

JAYKO K. & E. HOWLETT, 1992. OILMAP an interactive oil spill model. In: OCEANS 92, October 22-26, 1992, Newport, RI.

KOLLURU, V.S., 1992. Influence of Number of Spilllets on Spill Model Predictions. Applied Science Associates Internal Report, 1992.

LANGE, P. & H. HÜHNERFUSS, 1978. Drift response of mono-molecular slicks to wave and wind action. **Journal of Physical Oceanography**, v. 8, p. 142-150.

LIMA J.A., A. SARTORI, E.A. YASSUDA, J.E. PEREIRA & E. ANDERSON, 2003. Development of oil spill scenarios for contingency planning along the Brazilian coast. In: International Oil Spill Conference, 2003, Vancouver, BC, Canada.

MACKAY, D., S. PATERSON. & K. TRUDEL, 1980a. A mathematical model of oil spill behavior, Department of Chemical Engineering, University of Toronto, Canada, 39pp.

MACKAY D., S. PATERSON & K. TRUDEL, 1980b. Oil spill processes and models Report EE-8, Environmental Protection Service, Canada.

MACKAY D., W. SHUI, K. HOUSSAIN, W. STIVER, D. McCURDY & S. PATERSON, 1982. Development and calibration of an oil spill behavior model, Report No. CG-D027-83, US Coast Guard Research and Development Center, Groton, CT.

OKUBO A. & R.V. OZMIDOV, 1970. Empirical dependence of the coefficient of horizontal turbulent diffusion on the ocean in the scale of the phenomenon in question. **Atmospheric and Ocean Physics**, 6(5): p. 534-536.

OKUBO, A., 1971. Oceanic diffusion diagrams. **Deep Sea Research**, v. 8, p. 789-802.

PEREIRA J.E.; E.A. YASSUDA & E. CAMPOS, 2005. Development of an operational metocean modelling system, with applications in South America. In: 9th International Conference on Estuarine and Coastal Modelling, 2005. Charleston, SC, USA.

REED M., E. GUNDLACH, & T. KANA, 1989. A coastal zone oil spill model: development and sensitivity studies, **Oil and Chemical Pollution**, Vol. 5, p. 411-449.

SPAULDING, M. L., E. HOWLETT, E. ANDERSON & K. JAYKO, 1992a. OILMAP a global approach to spill modeling. 15th Arctic and Marine Oil Spill Program, Technical Seminar, June 9-11, 1992, Edmonton, Alberta, Canada, p. 15-21.

SPAULDING M.L., E. HOWLETT, E. ANDERSON & K. JAYKO, 1992b. Oil spill software with a shell approach. **Sea Technology**, April 1992, p. 33-40.

STIVER W. & D. MACKAY, 1984. Evaporation rate of spills of hydrocarbons and petroleum mixtures. **Environmental Science and Technology**, 18:834-840.

WHITICAR S., M. BOBRA, M. FINGAS, P. JOKUTY, P. LIUZZO, S. CALLAGHAN, S. ACKERMAN & J. CAO, 1992. A catalogue of crude oil and oil product properties 1992 (edition), Report #EE-144, Environment Canada, Ottawa, Canada

