

APÊNDICE I – MODELAGEM DE DISPERSÃO DO ÓLEO

1. INTRODUÇÃO

Este apêndice apresenta, de forma sucinta, os resultados da modelagem numérica de transporte de óleo no mar para cenários acidentais que podem ser originados pela atividade de perfuração marítima da TOTAL Exploração e Produção do Brasil (TEPBR) no Campo de Lapa, na Bacia de Santos. Maiores detalhes sobre as simulações realizadas podem ser encontrados no Relatório de Modelagem Hidrodinâmica e Dispersão de Óleo elaborado pela empresa ProOceano (2017).

A localização do ponto de vazamento simulado e do Campo de Lapa é apresentada na **Figura 1**. A **Tabela 1** apresenta as coordenadas de tal ponto.

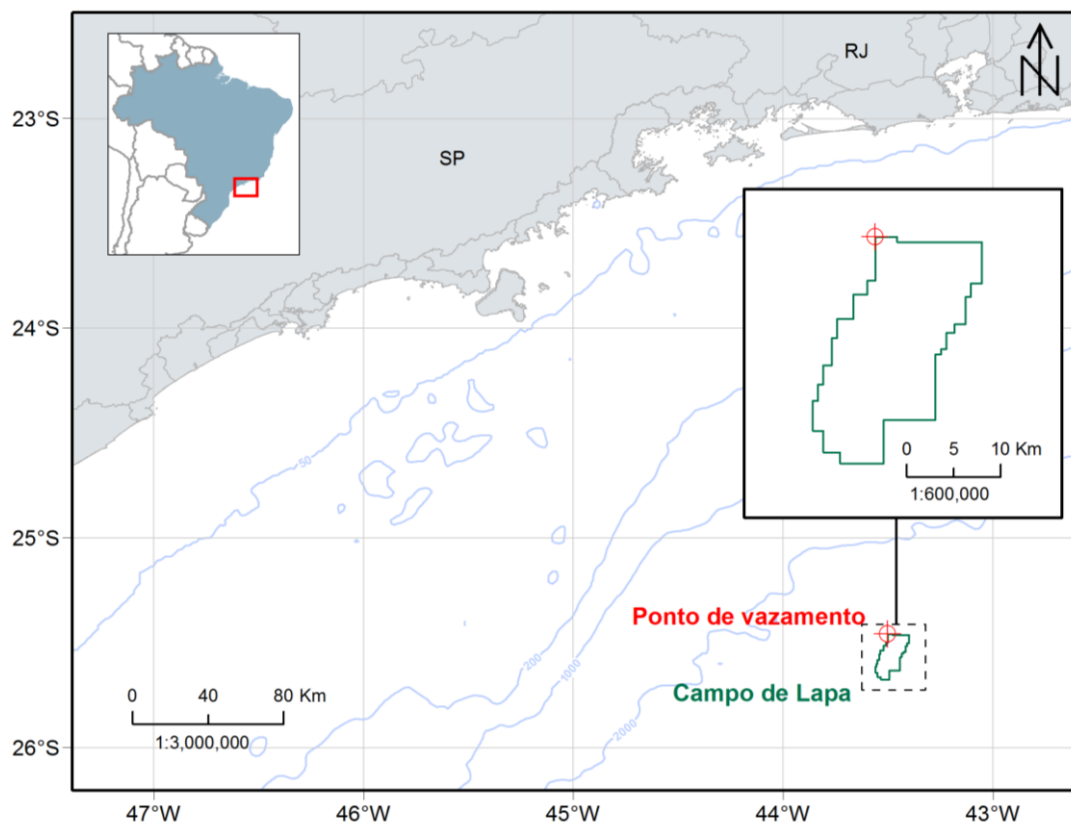


Figura 1: Localização do ponto de modelagem de óleo do Campo de Lapa (Fonte: PROCEANO, 2017.)

Tabela 1: Coordenadas do ponto de vazamento de óleo simulado (Datum: SIRGAS 2000).

Latitude	Longitude	Profundidade
25° 27' 32" S	43° 30' 02" W	2.172 m

1.1. Características meteoceanográficas

As características meteoceanográficas da região onde o Campo de Lapa está localizado, consideradas para as modelagens, estão brevemente descritas abaixo.

1.1.1. Ventos

Na maioria dos meses do Período 1 (setembro a fevereiro), há maior frequência e incidência de ventos do primeiro quadrante, com predominância de ventos de nordeste e intensidades predominantes entre 6 e 8 m/s. Durante o Período 2 (março a agosto) há um aumento da frequência de ventos de segundo quadrante e as intensidades predominantes neste são menores, ficando entre 4 e 8 m/s.

1.1.2. Correntes

Apesar de o ponto de vazamento simulado não estar na região preferencial do fluxo da Corrente do Brasil, há influência da mesma, a partir de seu meadramento e, conseqüentemente, há maior variação das direções das correntes observadas. Para os dois períodos as correntes variam principalmente de SSE a Oeste. E as intensidades predominantes estão entre 0,1 e 0,2 m/s. Entretanto, entre os meses de Janeiro, Fevereiro e Outubro há ocorrência de correntes acima de 0,5 m/s.

1.2. Características do óleo

As características do óleo utilizado nas simulações do ponto de vazamento na Bacia de Santos são apresentadas na **Tabela 2**.

Tabela 2: Resumo das características do óleo simulado.

Parâmetro	Óleo utilizado na simulação
API	23,6
Densidade (g/cm ³) a 20°C	0,9085
Viscosidade dinâmica ((cP) a 25°C)	335

2. RESULTADOS

Foram realizadas modelagens de transporte de óleo considerando três cenários potenciais de incidentes – pequeno (08 m³), médio (200 m³) e pior caso (258.510 m³), seguindo os requerimentos da Resolução CONAMA n° 398 de 2008, e dois períodos – Período 1 (setembro a fevereiro) e Período 2 (março a agosto). Para os casos de descargas pequena e média, não há potencial de impacto na costa para ambos os períodos, como pode ser observado nas **Figura 2** a **Figura 5** (08 m³) e **Figura 6** a **Figura 11** (200 m³).

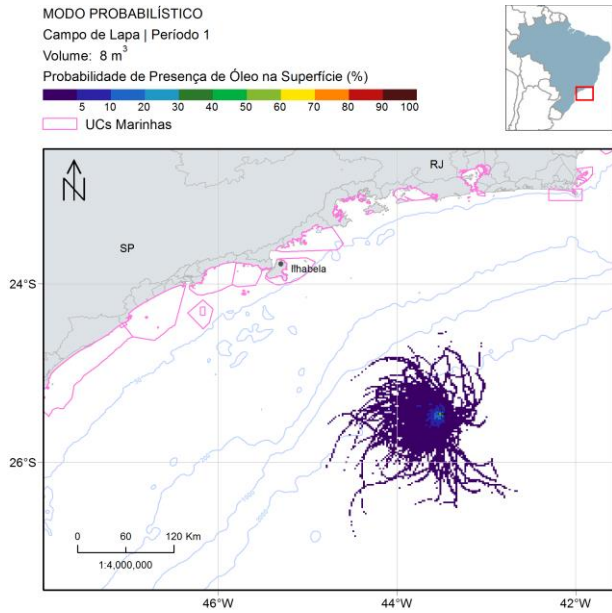


Figura 2: Mapa da probabilidade de presença de óleo em superfície para descarga de 8 m³ no Campo de Lapa - Período 1. (Fonte: PROCEANO, 2017).

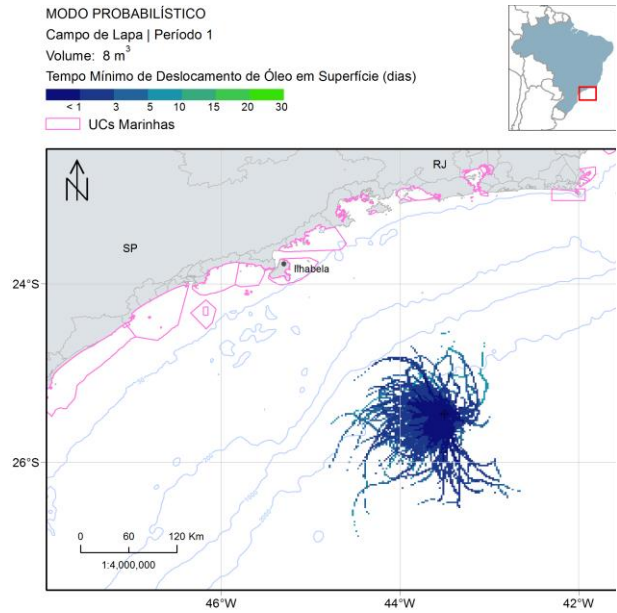


Figura 3: Mapa do tempo mínimo da chegada de óleo em superfície para descarga de 08 m³ no Campo de Lapa - Período 1. (Fonte: PROCEANO, 2017).

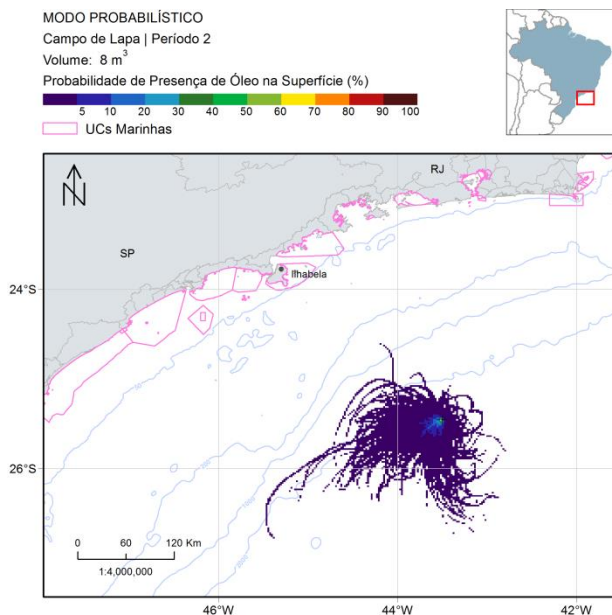


Figura 4: Mapa da probabilidade de presença de óleo em superfície para descarga de 8 m³ no Campo de Lapa - Período 2. (Fonte: PROCEANO, 2017).

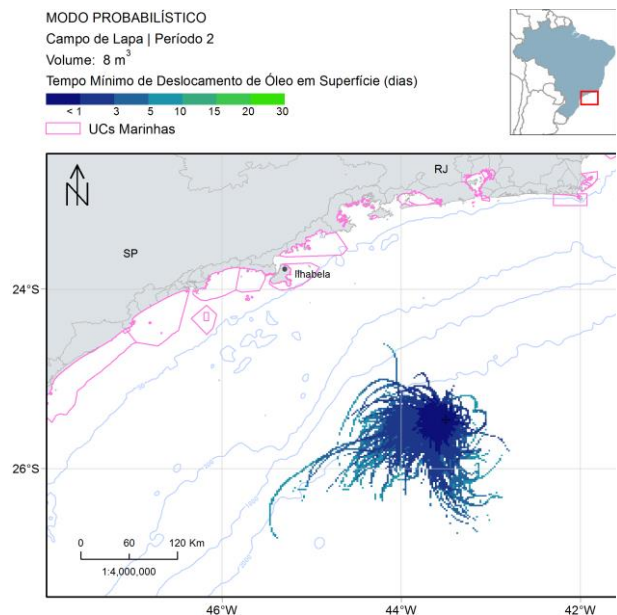


Figura 5: Mapa do tempo mínimo da chegada de óleo em superfície para descarga de 8 m³ no Campo de Lapa - Período 2. (Fonte: PROCEANO, 2017).

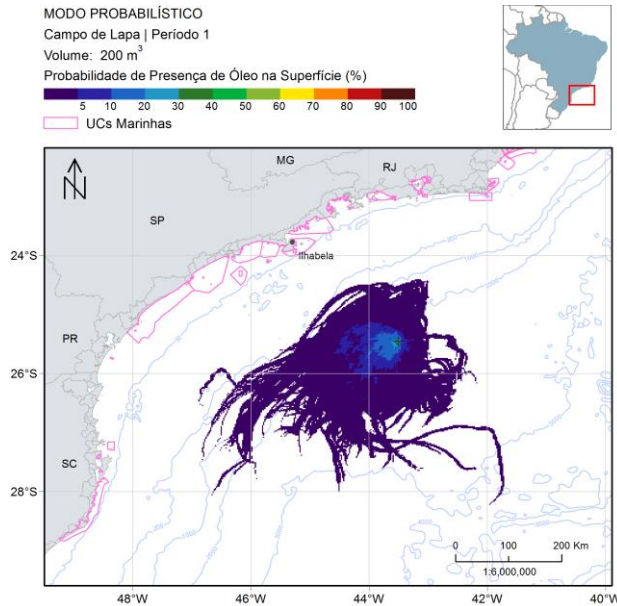


Figura 6: Mapa da probabilidade de presença de óleo em superfície para descarga de 200 m³ no Campo de Lapa - Período 1. (Fonte: PROCEANO, 2017).

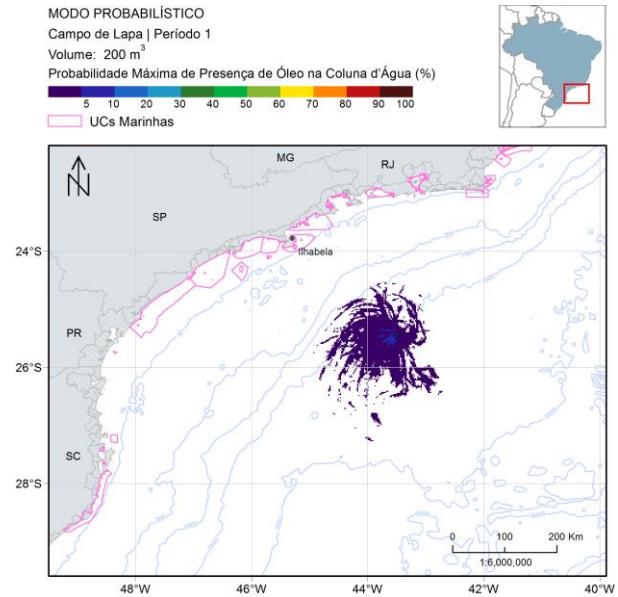


Figura 7: Mapa da probabilidade de presença de óleo na coluna d'água para descarga de 200 m³ no Campo de Lapa - Período 1. (Fonte: PROCEANO, 2017).

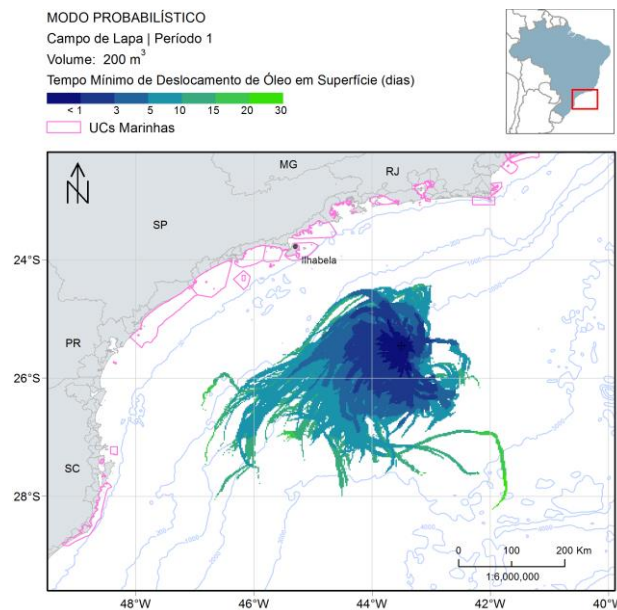


Figura 8: Mapa do tempo mínimo da chegada de óleo em superfície para descarga de 200 m³ Campo de Lapa - Período 1. (Fonte: PROCEANO, 2017).

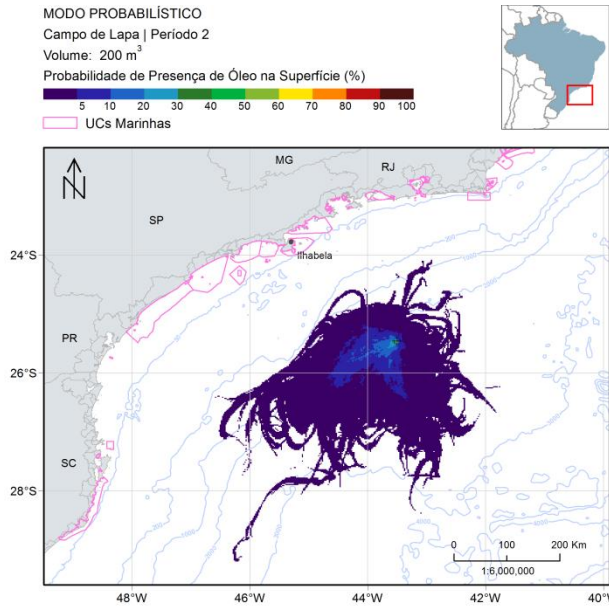


Figura 9: Mapa da probabilidade de presença de óleo em superfície para descarga de 200 m³ no Campo de Lapa - Período 2.
(Fonte: PROCEANO, 2017).

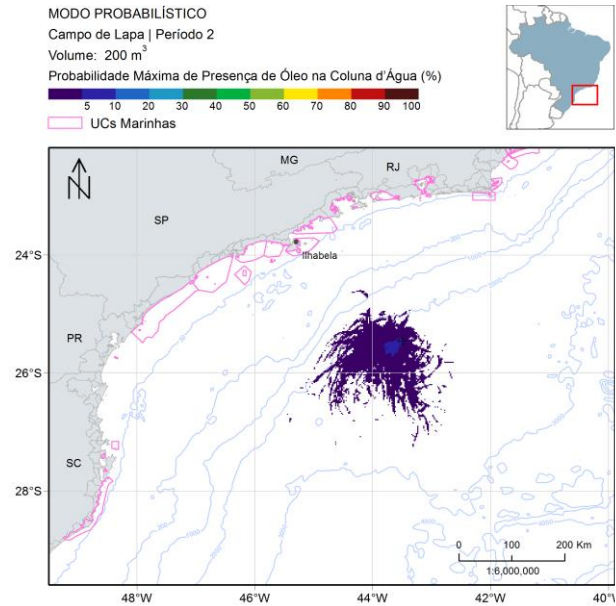


Figura 10: Mapa da probabilidade de presença de óleo na coluna d'água para descarga de 200 m³ no Campo de Lapa - Período 2.
(Fonte: PROCEANO, 2017).

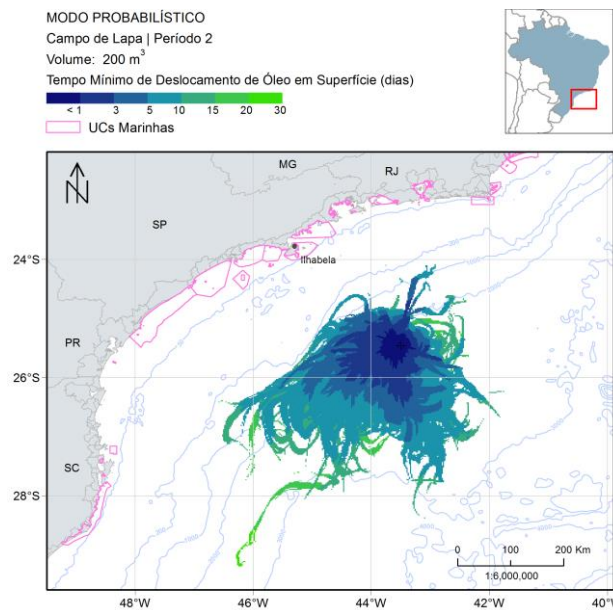


Figura 11: Mapa do tempo mínimo da chegada de óleo em superfície para descarga de 200 m³ no Campo de Lapa - Período 2.
(Fonte: PROCEANO, 2017).

Os resultados para cenário de pior caso (258.510 m³) para o ponto de vazamento no Campo de Lapa são apresentados na Tabela 3, na Figura 12 a Figura 16 (Período 1) e Figura 17 a Figura 21 (Período 2).

Tabela 3 Probabilidade de toque e tempo mínimo de chegada de óleo nos municípios com possibilidade de serem atingidos em um vazamento de grande porte (258.510 m³) a partir do Campo de Lapa, nos cenários de Período 1 e Período 2 (Fonte: Adaptado de PROOCEANO, 2017).

UF	Municípios	Probabilidade de toque (%)		Tempo mínimo de toque (dias)	
		Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
RJ	Rio de Janeiro	-	0,3	-	55,39
	Angra dos Reis (Ilha Grande)	-	0,3	-	47,90
PR	Guaraqueçaba	1,0	-	46,85	-
	Paranaguá	2,0	-	46,28	-
	Pontal do Paraná	1,3	-	47,56	-
	Matinhos	0,3	-	56,27	-
	Guaratuba	0,3	-	52,51	-
SC	São Francisco do Sul	2,3	-	47,06	-
	Itapema	1,3	-	53,47	-
	Porto Belo	1,3	-	53,58	-
	Bombinhas	1,3	-	52,38	-
	Tijucas	0,7	-	54,95	-
	Governador Celso Ramos	0,7	-	54,57	-
	Florianópolis	5,7	0,3	46,94	57,26
	Palhoça	1,0	-	48,96	-
	Paulo Lopes	1,3	-	50,97	-
	Garopaba	3,3	-	40,43	-
	Imbituba	4,3	-	48,10	-
	Laguna	5,7	-	35,49	-
	Jaguaruna	0,3	-	56,16	-
	RS	Capão da Canoa	0,3	-	59,76
Xangri-lá		0,3	-	59,47	-
Osório		0,3	-	59,81	-
Imbé		0,3	-	59,20	-
Tramandaí		1,0	-	51,10	-
Cidreira		5,0	-	46,52	-
Balneário Pinhal		5,0	-	46,52	-
Palmares do Sul		6,7	-	44,02	-
Mostardas		9,0	-	42,51	-
Tavares		6,3	-	43,66	-
São José do Norte		6,3	-	44,46	-
Rio Grande		0,3	-	56,60	-

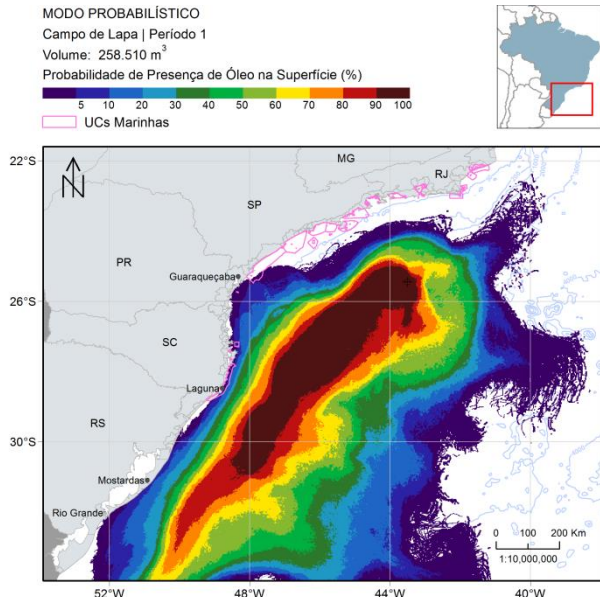


Figura 12: Mapa da probabilidade de presença de óleo em superfície para descarga de 258.510 m³ no Campo de Lapa - Período 1. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

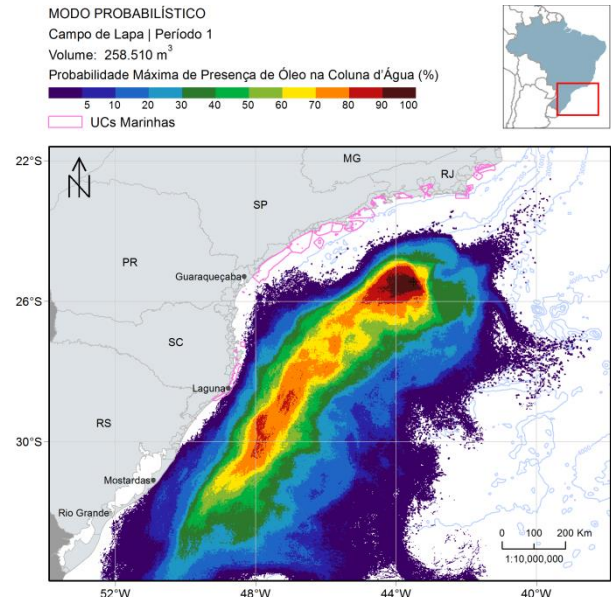


Figura 13: Mapa de probabilidade de presença de óleo na coluna d'água para descarga de 258.510 m³ no Campo de Lapa - Período 1. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

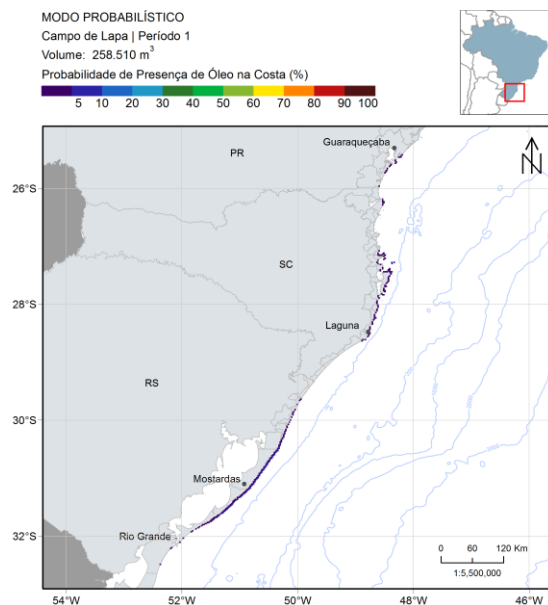


Figura 14: Mapa de probabilidade da presença de óleo na costa para descarga de 258.510 m³ no Campo de Lapa - Período 1. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

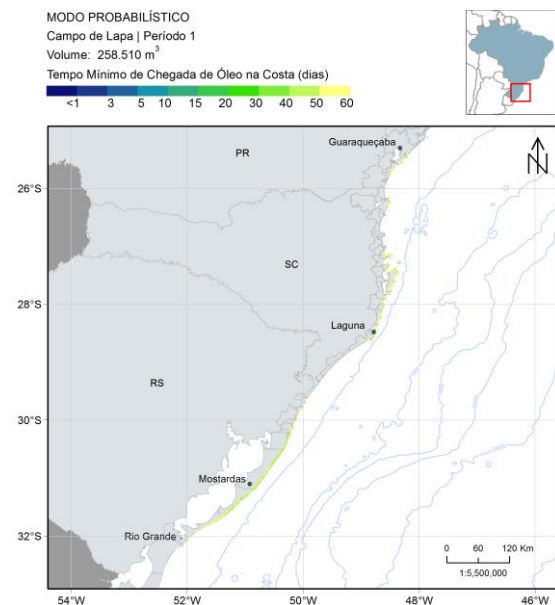


Figura 15: Mapa do tempo mínimo de chegada de óleo na costa para descarga de 258.510 m³ no Campo de Lapa - Período 1. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

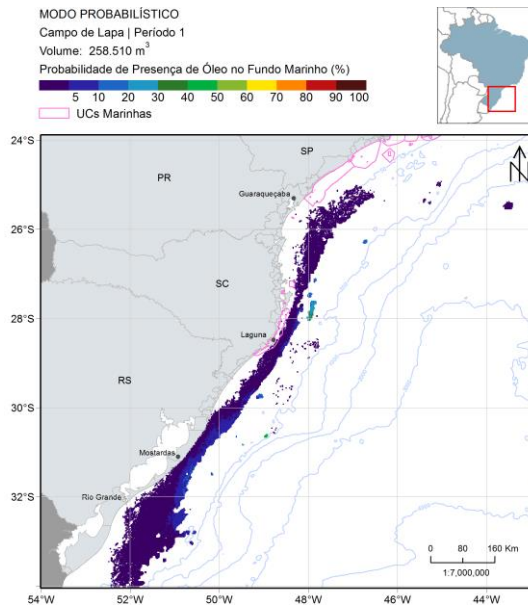


Figura 16: Mapa da probabilidade de presença de óleo no fundo marinho para descarga de 258.510 m³ no Campo de Lapa - Período 1. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

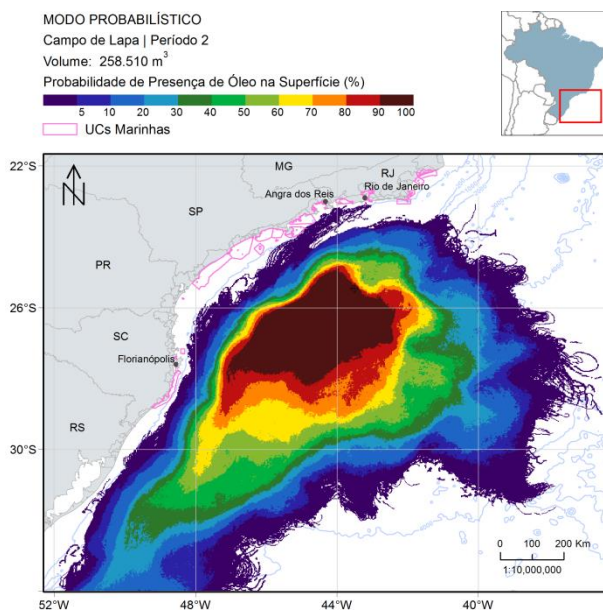


Figura 17: Mapa da probabilidade de presença de óleo em superfície para descarga de 258.510 m³ no Campo de Lapa - Período 2. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

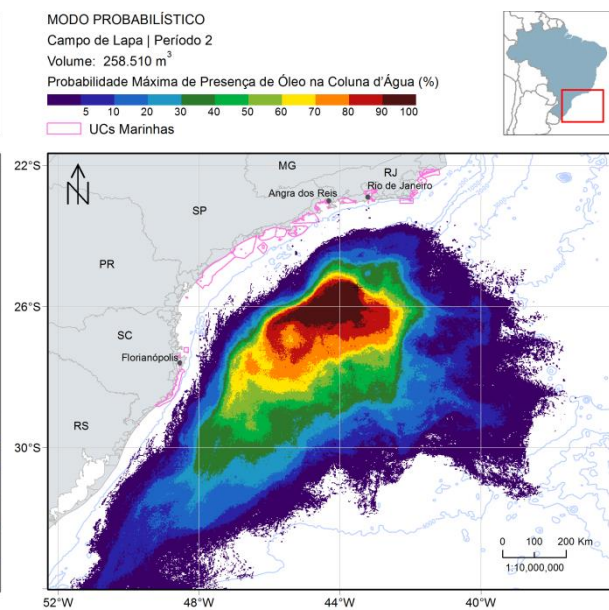


Figura 18: Mapa de probabilidade de presença de óleo na coluna d'água para descarga de 258.510 m³ no Campo de Lapa - Período 2. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

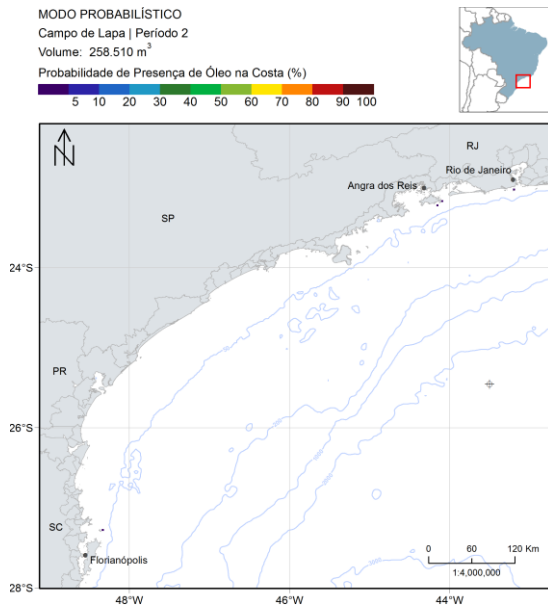


Figura 19: Mapa de probabilidade da presença de óleo na costa para descarga 258.510 m³ no Campo de Lapa - Período 2. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

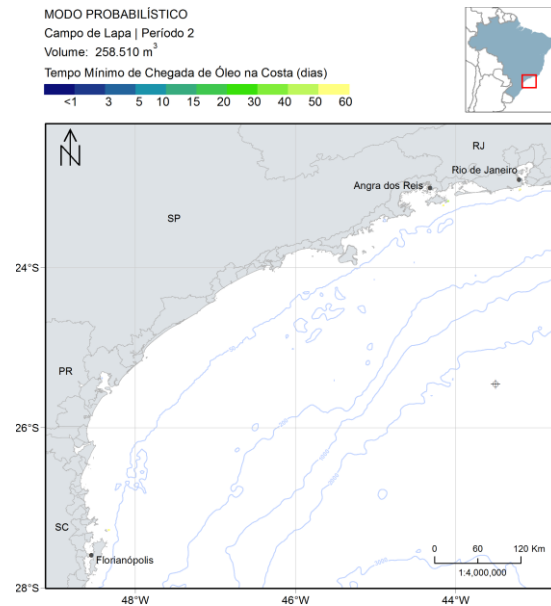


Figura 20: Mapa do tempo mínimo de chegada de óleo na costa para descarga de 258.510 m³ no Campo de Lapa - Período 2. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

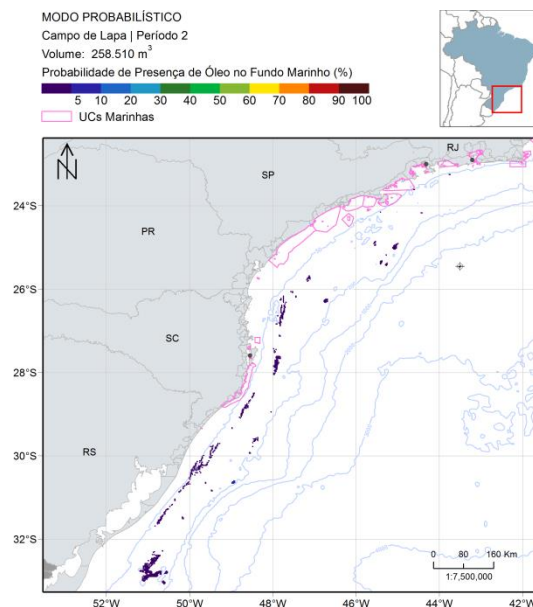


Figura 21: Mapa da probabilidade de presença de óleo no fundo marinho para descarga de 258.510 m³ no Campo de Lapa - Período 2. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

Os municípios com maior probabilidade e menor tempo de toque de óleo na costa para a descarga de pior caso são destacados na **Tabela 4** e **Tabela 5**, respectivamente.

Tabela 4: Municípios com maior probabilidade de toque de óleo na costa.

Período	Município	Probabilidade de toque de óleo na costa (%)	Tempo de toque de óleo na costa (dias)
Período 1	Mostardas (RS)	9,0	42,51
Período 2	Rio de Janeiro (RJ)	0,3	55,39
	Angra dos Reis (Ilha Grande) (RJ)	0,3	47,90
	Florianópolis (SC)	0,3	57,26

Tabela 5: Municípios com menor tempo de toque de óleo na costa.

Período	Município	Tempo de toque de óleo na costa (dias)	Probabilidade de toque de óleo na costa (%)
Período 1	Laguna (SC)	35,49	5,7
Período 2	Angra dos Reis (Ilha Grande) (RJ)	47,90	0,3

Durante a simulação da trajetória em condição crítica de menor tempo de toque de óleo na costa, o processo de intemperismo mais significativo durante a simulação foi a evaporação (28,49%), seguida pela dispersão do óleo na coluna d'água (20,36%) e pela degradação (19,10%). Ao final da simulação, a porcentagem de óleo acumulado na costa foi inferior a 0,5, enquanto que 27,5% do total do óleo permaneceram em superfície. Estes resultados podem ser observados na **Figura 22**.

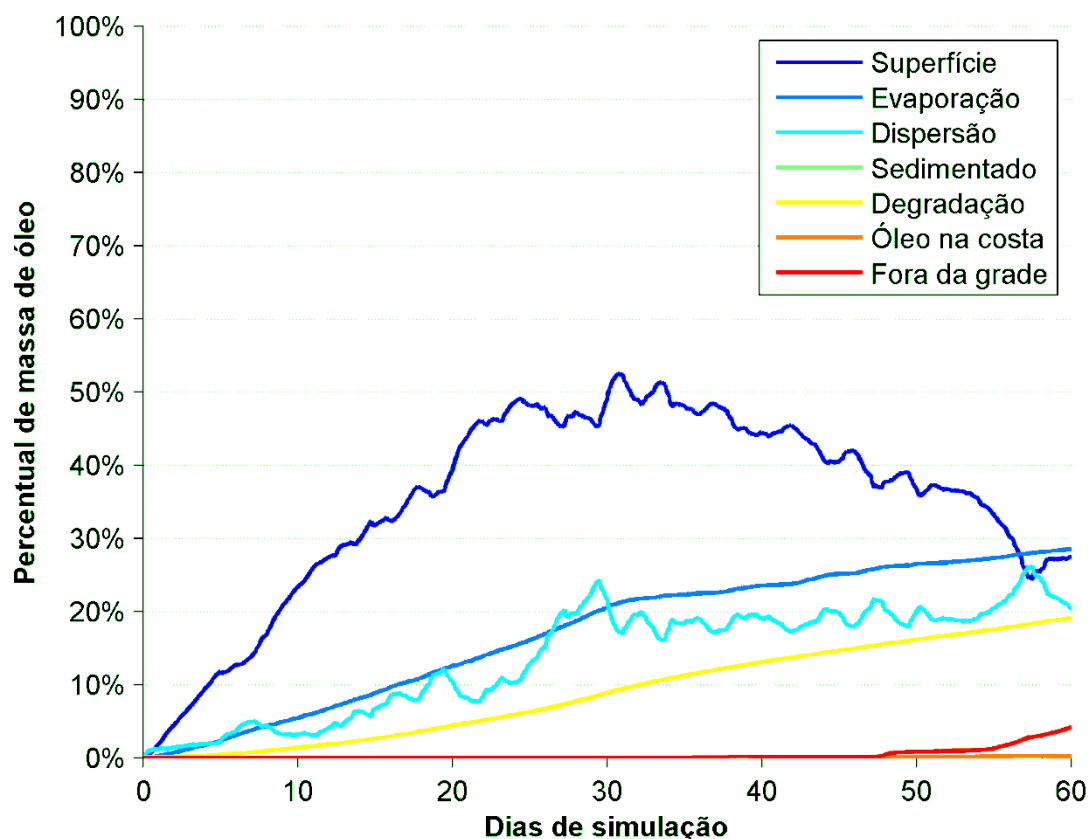


Figura 22: Balanço de massa do óleo para simulação da trajetória em condição crítica de menor tempo de chegada de óleo na costa. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

Durante a simulação da trajetória em condição crítica de maior massa acumulada na costa, o processo de intemperismo mais significativo foi a evaporação (26,09%), seguida pela degradação (14,77%) e dispersão do óleo na coluna d'água (12,15%). Ao final da simulação, a porcentagem de óleo acumulado na costa foi de 2,82%, enquanto 39% do total do óleo permaneceram em superfície. Estes resultados podem ser observados na **Figura 23**.

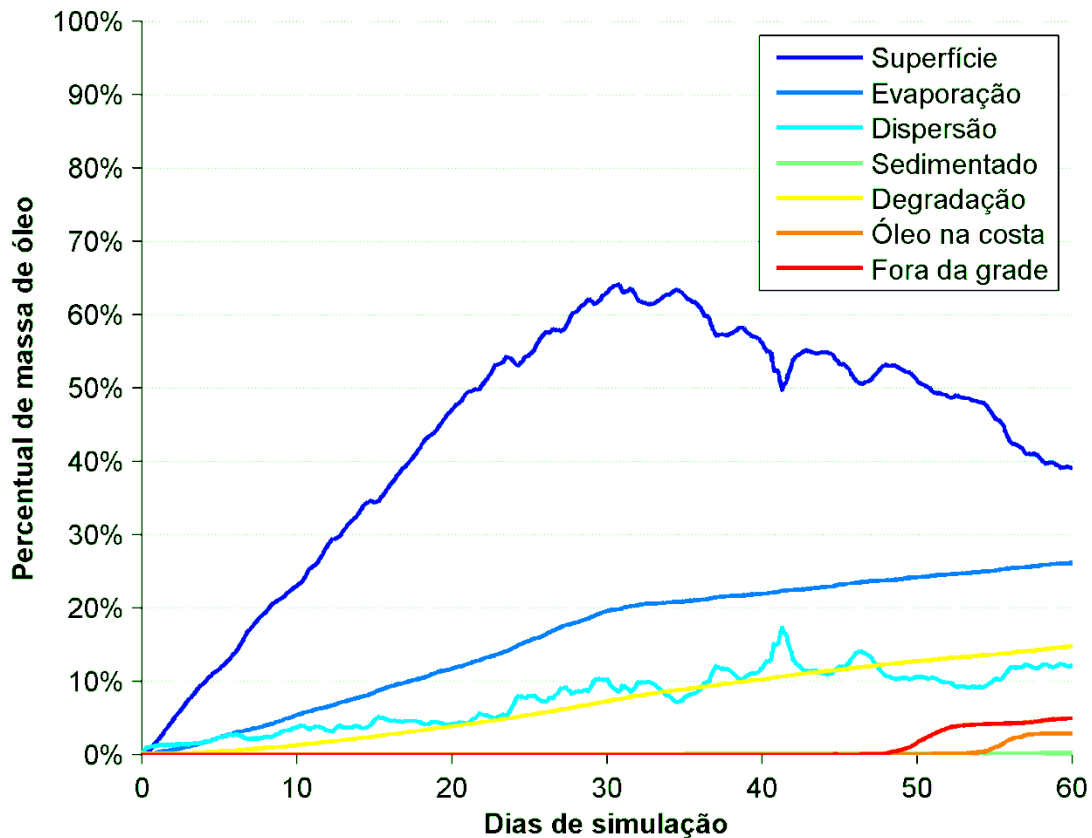


Figura 23: Balanço de massa do óleo para simulação da trajetória em condição crítica de maior massa acumulada na costa. (Fonte: PROOCEANO, 2017).

3. CONSIDERAÇÕES

Como foi possível observar, não há probabilidade de toque de óleo na costa para as descargas pequena e média para ambos os cenários simulados (Período 1 e Período 2). Com relação às descargas de pior caso (258.510 m³), os municípios com probabilidade de serem atingidos em ambos os períodos se encontram na faixa do território brasileiro desde o Rio Grande do Sul até o Rio de Janeiro.

No Período 1, para o vazamento de pior caso no Campo de Lapa, há maior possibilidade de toque na costa em Mostardas (RS), com 9,0%. No Período 2, os municípios de Rio de Janeiro, Angra dos Reis (Ilha Grande) e Florianópolis foram os únicos que apresentaram probabilidade de toque, com 3,0%. Os tempos mínimos de toque de óleo na costa foram de 35,49 dias (851,76 horas) no

Período 1 (em Laguna/SC) e de 47,90 dias (1.149,60 horas) no Período 2 (Ilha Grande - Angra dos Reis/RJ).

Ressalta-se que os resultados completos das simulações de transporte de óleo realizadas podem ser encontrados no documento “Modelagem Hidrodinâmica e Dispersão de Óleo – Campo de Lapa – Bacia de Santos”, elaborado pela ProOceano em 2017..

REFERÊNCIAS

PROOCEANO. Modelagem hidrodinâmica de dispersão de óleo – Campo de Lapa, Bacia de Santos. Relatório Técnico [rev. 00]. Dezembro de 2017.