

6. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

6.1. MODELAGEM DA DISPERSÃO DE ÓLEO E CASCALHO E FLUIDO DE PERFURAÇÃO

Modelos são ferramentas matemáticas comumente utilizadas em análises ambientais com o objetivo de estimar, através de equações, possíveis cenários ambientais. Ainda que estes cenários não representem fielmente a realidade, seja pelas inúmeras limitações existentes nos modelos propriamente ditos, seja pela grande complexidade da natureza, eles fornecem uma indicação do que pode acontecer, permitindo o direcionamento de ações visando à minimização de impactos. Para as atividades de perfuração nos blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, na Bacia do Pará-Maranhão, foram realizadas modelagens matemáticas para observar a dispersão de óleo e de cascalho e fluido de perfuração.

6.1.1. Modelagem da Dispersão de Óleo

A modelagem de dispersão de óleo foi realizada com o objetivo de definir a área potencialmente ameaçada e avaliar possíveis impactos decorrentes de acidentes de vazamento de óleo durante as atividades de perfuração nos blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, na Bacia do Pará-Maranhão. Os resultados que serão apresentados foram obtidos a partir da modelagem numérica do transporte de óleo no mar para um cenário acidental de vazamento no bloco BM-PAMA-17.

Os estudos de modelagem numérica foram realizados pela empresa PROOCEANO, e o relatório detalhado, contendo toda a descrição do modelo, suas premissas e resultados, encontra-se no Anexo 6-1 deste documento.

O domínio do modelo utilizado, POM (Princeton Ocean Model), foi escolhido de maneira que represente a maior parte da CNB e também para que os contornos abertos da grade pudessem ficar longe o suficiente da área de maior interesse (a menor distância entre o contorno, leste nesse caso, e o bloco é de mais de 100 km). A resolução espacial escolhida para o POM foi de 4 minutos de arco (aproximadamente 7,4 km), pois tal resolução é refinada o suficiente para

capturar os fenômenos oceanográficos de mesoescala, responsáveis por mais de 99% da energia cinética dos oceanos (Munk, 2002).

Para incluir a propagação da onda de maré, foi utilizada a condição de contorno de elevação na fronteira norte do modelo. Esses dados foram obtidos através das constantes harmônicas fornecidas pelo modelo FES95 modelo (de “Finite Element Solutions”). A partir destes, foram então retirados os dados de fase e amplitude de sete componentes (M2, S2, N2, K2, K1, O1 e Q1) para os pontos da fronteira norte da grade. Com esses dados foi realizada a previsão de maré, incluída como condição de contorno de elevação no POM. Outro fator considerado foi a descarga dos rios Amazonas e Pará. Para o Amazonas foi utilizada a vazão de 209300 m³/s e para o Pará de 10080 m³/s, dados obtidos do site da Agência Nacional de Águas – ANA (<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb/>). A Figura 6.1.1-1 mostra a grade utilizada no modelo computacional e aonde foram impostos os valores de vazão para cada rio.

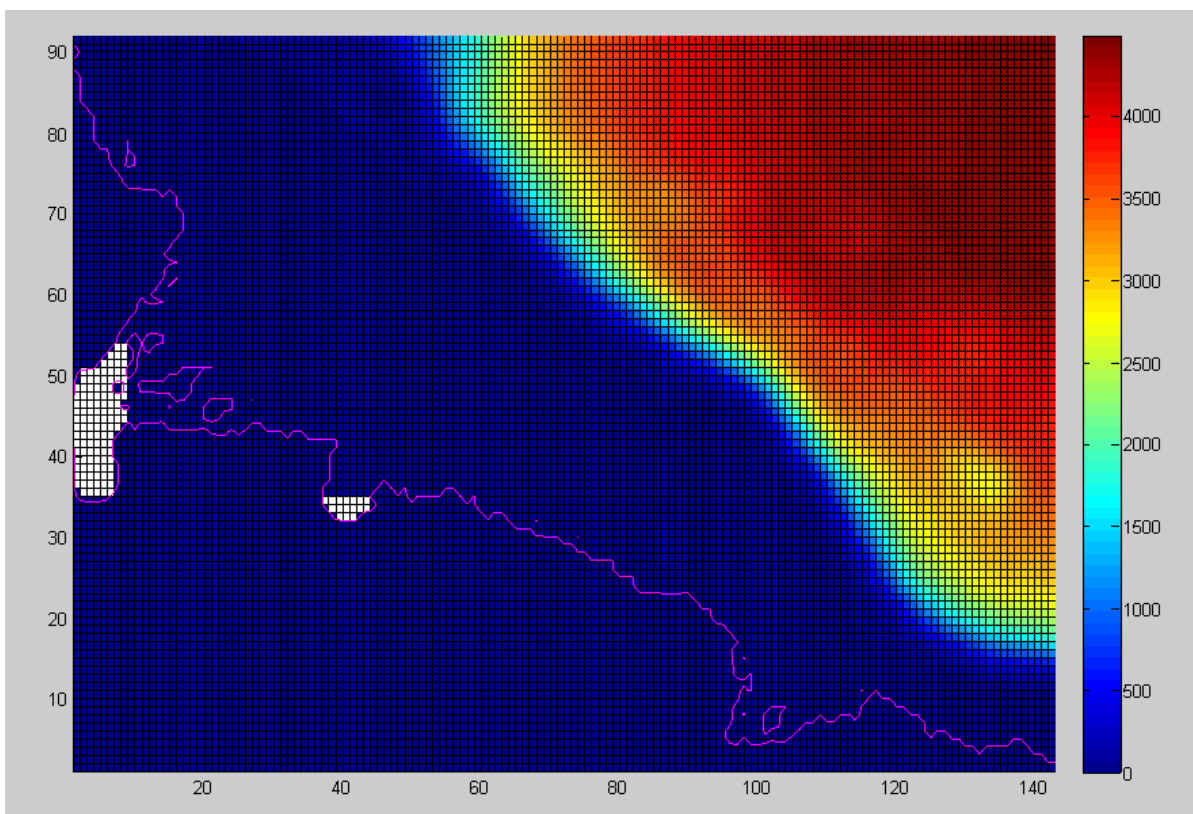


Figura 6.1.1-1. Pontos de grade do modelo hidrodinâmico para a Bacia do Pará-Maranhão nos quais foram impostos valores de vazão fluvial (em branco). À direita a legenda mostra a profundidade da região. Fonte: PROOCEANO, 2009.

Os dados de vento utilizados são provenientes das reanálises do NCEP – National Centers for Environmental Prediction – (Kalnay et al., 1996). Essa base consiste em uma série de dados

meteorológicos, com $\sim 1,8^\circ$ de resolução espacial cobrindo todo o globo e disponível gratuitamente na internet (<http://www.ncep.noaa.gov>).

Para este estudo foram tratados 30 anos de dados (1977 a 2006) com uma frequência temporal de 6 horas (4 dados por dia).

A seguir, são apresentadas as rosas dos ventos, elaboradas para o período analisado, na região do Bloco BM-PAMA-17 (Figura 6.1.1-2).

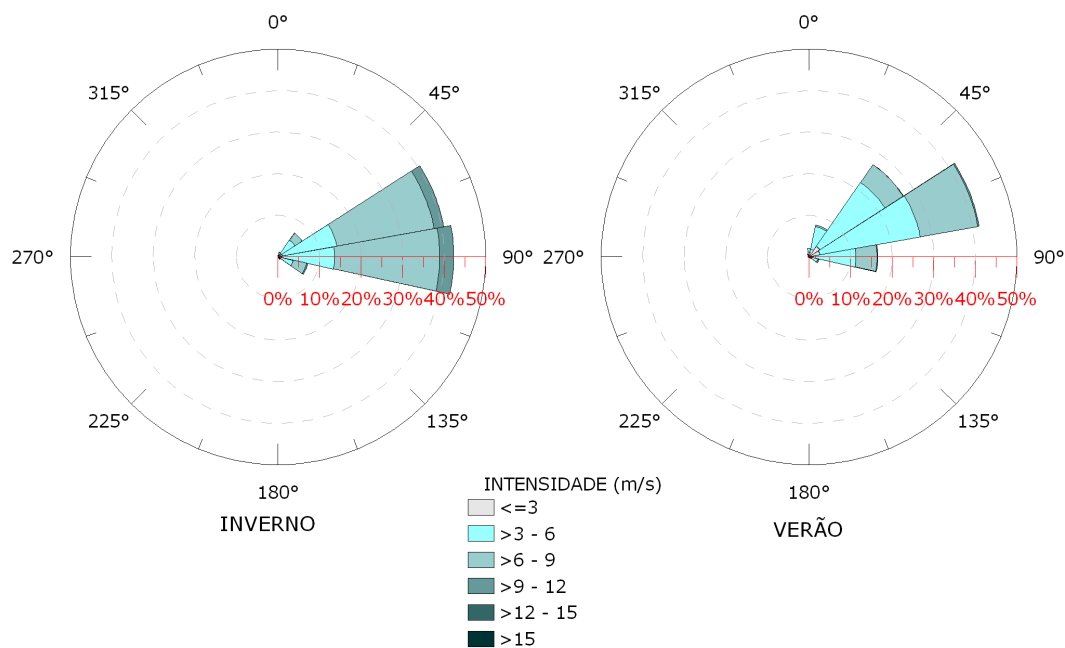


Figura 6.1.2-2. Rosa dos ventos para o período de inverno (maio a novembro) e verão (dezembro a abril) na região do Bloco BM-PAMA-17.

A análise desses dados possibilitou a caracterização de dois períodos bem marcados, com condições de inverno e verão (Figura 6.1.2-2). O primeiro indo de maio a novembro, caracterizado por condições típicas de inverno, onde existe a predominância dos ventos de leste, com intensidade mais elevada. Já no período de dezembro a abril caracterizam-se condições típicas de verão, com ventos predominantes de nordeste e de menor intensidade.

Os dados de correntes utilizados foram obtidos da base de dados da PROOCEANO e de medições com derivadores oceânicos, lançados da região de interesse. Uma descrição detalhada dos mesmos encontra-se no Relatório de Modelagem Hidrodinâmica, em anexo, onde também é descrita a dinâmica oceânica dessa região.

As simulações foram realizadas considerando um evento de blow-out com vazamento contínuo por 30 dias (720 horas) em 2 (dois) cenários sazonais, verão e inverno. Após a

disponibilização do óleo na água, o comportamento de sua deriva foi acompanhado por 30 dias. Portanto ao final das simulações foram totalizados 60 dias (1440 horas).

Além da simulação de blow-out, na qual é considerado o volume de pior caso (9.900 m³), foram ainda realizadas simulações para vazamentos de pequeno e médio volume, 8 m³ e 200 m³, respectivamente. Nesses casos as simulações duraram 30 dias e os vazamentos instantâneos.

Em todas as simulações considerou-se como critério de existência de óleo espessuras maiores ou iguais ao limiar de 3×10^{-7} metros (limiar de detecção) (ELPN/IBAMA, 2002).

A seguir, os Quadros 6.1.1-1 e 6.1.1-2, serão apresentadas as características do óleo e do vazamento.

Quadro 6.1.1-1. Coordenadas e lâmina d'água poços localizados nos blocos BM-ES-29, Bacia do Espírito Santo (SAD 69).

| PARÂMETRO | VALOR | UNIDADE | TEMPERATURA |
|-------------|-------|-------------------|-------------|
| API | 42,5 | | |
| Densidade | 0,79 | g/cm ³ | 142° C |
| Viscosidade | 0,43 | Cp | 148° C |

Fonte: PROOCEANO (2009).

Quadro 6.1.1-2. Coordenadas e lâmina d'água poços localizados nos blocos BM-ES-29, Bacia do Espírito Santo (SAD 69).

| PONTO | LATITUDE | LONGITUDE | LÂMINA D'ÁGUA (m) |
|-------------|------------|-------------|-------------------|
| Tapereba 01 | 0°27'9,9"S | 44°6'13,7"W | 71 |

Fonte: PROOCEANO (2009).

As figuras a seguir apresentam os contornos de probabilidade da presença de óleo na água e na costa, para os cenários acidentais no Bloco BM-PAMA-17, ocorrendo durante os meses de verão e inverno. Praticamente em todas as simulações a mancha se deslocou para W, devido a influência da Corrente Norte do Brasil. Ressalta-se que todas as simulações realizadas não levam em conta as ações provenientes do Plano de Emergência Individual desenvolvido para a atividade.

Para os cenários de 8 m³ os resultados obtidos a partir da modelagem matemática, mostram que seja no verão ou no inverno (Figura 6.1.1-3) a possibilidade matemática de toque de óleo na costa foi de 10 a 5%, porém no inverno a mancha atingiu latitudes menores, devido à intensificação dos ventos nesta época do ano. O tempo mínimo de toque na costa em ambos os cenários foi de 100-200 horas, após o início do vazamento.

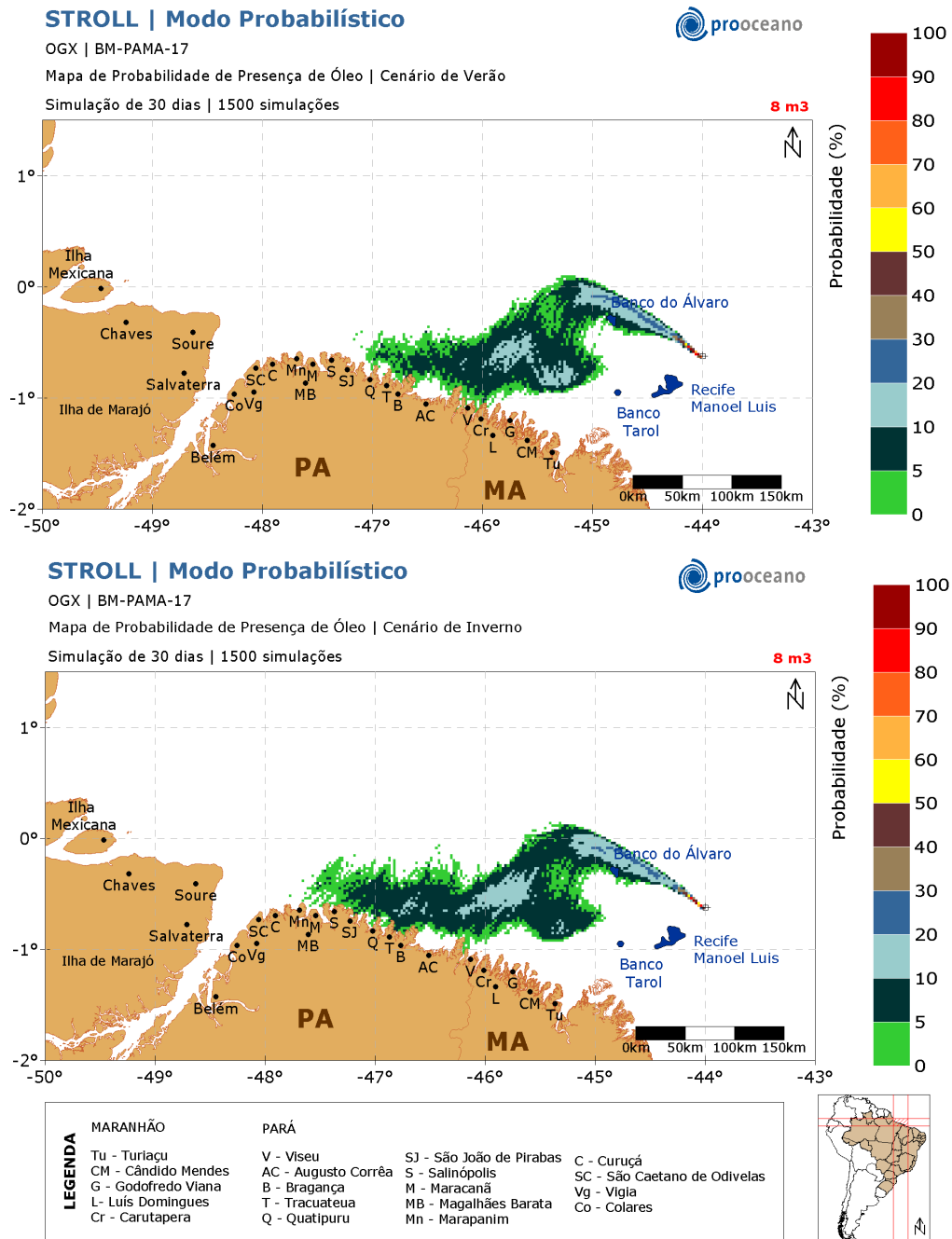


Figura 6.1.1-3. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no bloco BM-PAMA-17 durante os meses de verão (dezembro a abril) e de inverno (maio a novembro), com um derrame de 8 m³ instantâneo e 30 dias de simulação, não existindo óleo no mar com espessura superior ao valor mínimo de 3x10⁻⁷ m. Fonte: PROCEANO,2009.

Os resultados obtidos para os cenários de 200 m³, mostram que no verão o óleo pode atingir desde Curuçá – PA até Godofredo Viana – MA, a probabilidade mais alta registrada foi de 20 – 10 % em alguns municípios do Pará e na divisa com o Maranhão (Figura 6.1.1-4). No cenário de

inverno a deriva do óleo foi maior, atingindo municípios da Ilha de Marajó – PA. A probabilidade máxima também foi de 20 – 10 %, porém as áreas atingidas podem se estender desde Source – PA até Carutapera - MA. O tempo mínimo de toque na costa assim como para o volume de 8 m³ foi de 100-200 horas, para ambos os cenários.

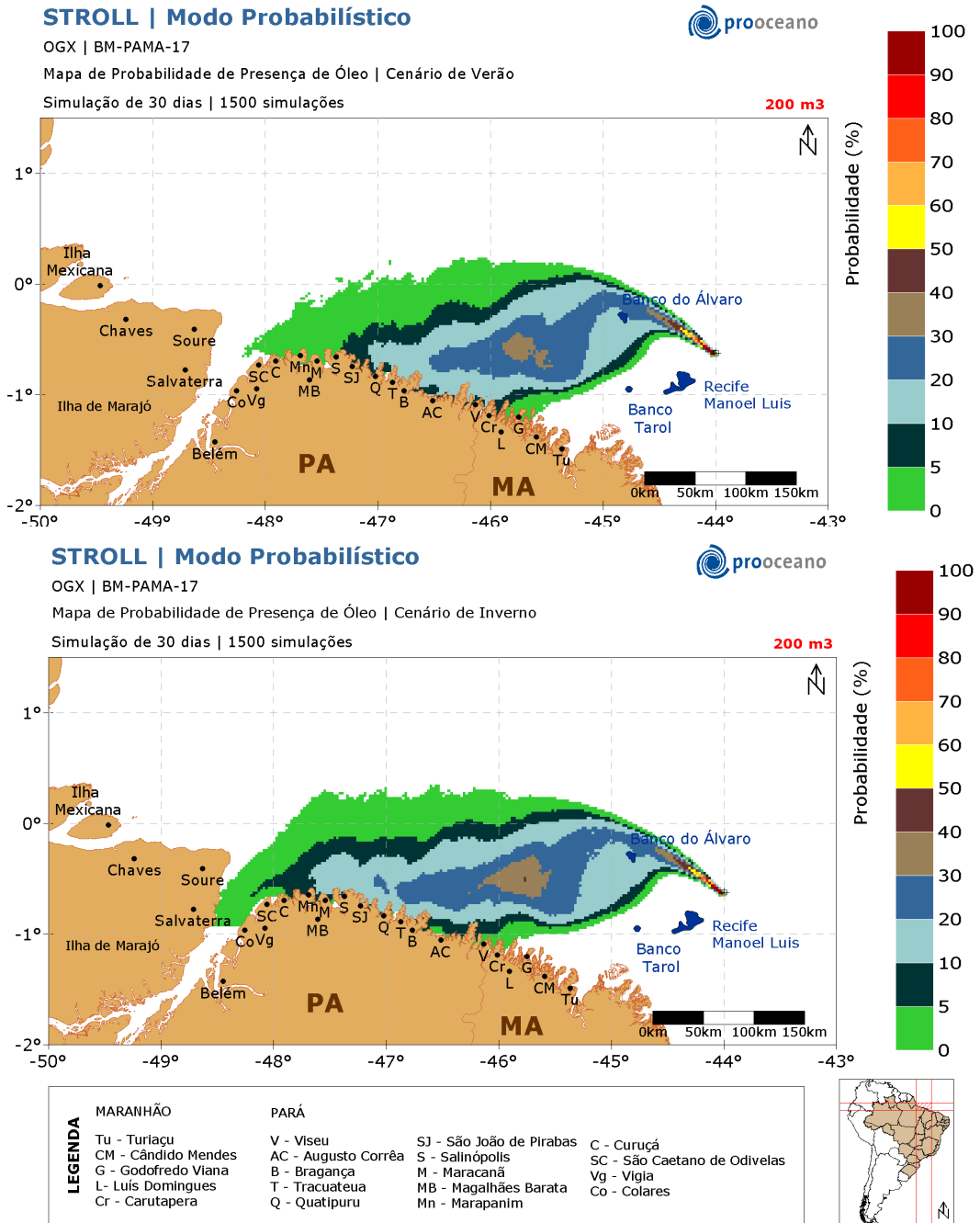


Figura 6.1.1-4. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no bloco BM-PAMA-17 durante os meses de verão (dezembro a abril) e de inverno (maio a novembro), com um derrame de 200 m³ instantâneo e 30 dias de simulação, não existindo óleo no mar com espessura superior ao valor mínimo de 3x10⁻⁷ m. Fonte: PROOCEANO,2009.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos nas simulações probabilísticas de blow-out. Para esses cenários foi considerado um vazamento contínuo durante 30 (trinta) dias. O

tempo simulado abrange os 30 dias de vazamento e mais 30 dias após o término do mesmo, totalizando 60 dias de simulação.

O Mapa de Probabilidade para um cenário de blow-out com volume vazado de 9.900 m³, no período de verão e inverno, é apresentado nas Figura 6.1.1-5.

Os resultados do cenário probabilístico de pior caso mostram que para condições de verão, o óleo pode atingir desde Turiaçu – MA até Chaves – Pará. A região que tem probabilidade de presença de óleo 100-90% encontra-se entre Bragança e Viseu – PA. O Banco do Álvaro pode ser atingido pelo óleo com 100-90% de probabilidade, enquanto o Banco do Tarol de 5-0% de probabilidade. O tempo mínimo de toque na costa, nesse cenário ocorreu entre 100-200 horas, na região entre Viseu – PA e Turiaçu - MA. A Ilha de Marajó foi atingida com o tempo mínimo de 500-600 horas (Quadro 6.1.1-3). O Banco do Álvaro tem o tempo mínimo de chegada de óleo de 36-60 horas e o Banco do Tarol de 60-100 horas após o início do vazamento.

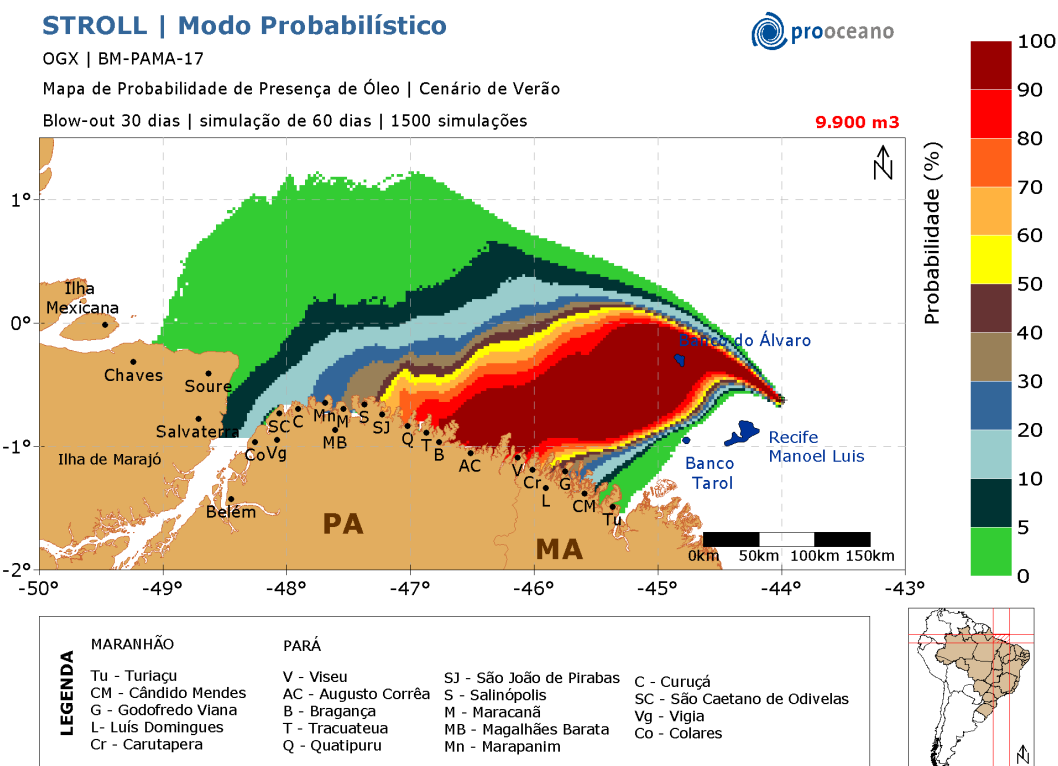


Figura 6.1.1-5. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente de *blow-out* de 30 dias, ocorrendo no bloco BM-PAMA-17 durante os meses de verão (dezembro a abril), com um derrame de 9900 m³ e 60 dias de simulação, não existindo óleo no mar com espessura superior ao valor mínimo de 3×10^{-7} m. Fonte: PROOCEANO,2009

Para o cenário de inverno a extensão de costa com probabilidade de presença de óleo abrangeu desde Chaves – PA à Cândido Mendes – MA (Figura 6.1.2-6). Os municípios de São João de Pirabas até Bragança apresentaram a maior probabilidade, 100-90%. Assim como no cenário de verão o Banco do Álvaro pode ser atingido pelo óleo com 100-90% de probabilidade. No cenário de inverno o tempo mínimo de chegada de óleo é igual a do cenário de verão, 100-200 horas. Os municípios quem podem ser atingidos nesse intervalo de tempo estão entre Viseu – PA e Godofredo Viana – MA. O Banco do Álvaro tem o tempo mínimo de chegada de óleo de 12-36 horas.

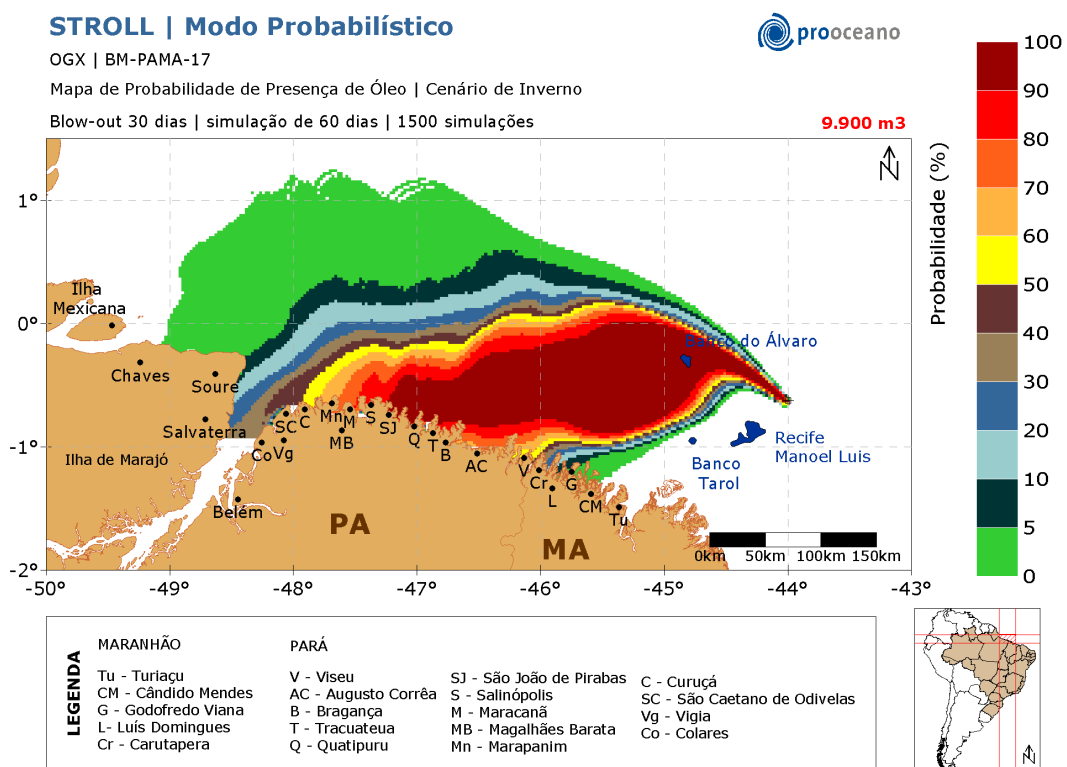


Figura 6.1.1-6. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente de *blow-out* de 30 dias, ocorrendo no bloco BM-PAMA-17 durante os meses de inverno (maio a novembro), com um derrame de 9900 m³ e 60 dias de simulação, não existindo óleo no mar com espessura superior ao valor mínimo de 3×10^{-7} m. Fonte: PROOCEANO,2009

A seguir, no Quadro 6.1.1-3Quadro 6.1.1-, serão apresentados os volumes máximos, às classes de probabilidade e tempo mínimo de chegada de óleo de cada município com possibilidade de serem atingidos pelo óleo em um evento de *blow-out*.

Quadro 6.1.1-3. Volume máximo, probabilidade de presença e tempo mínimo de chegada de óleo nos municípios com possibilidade de serem atingidos em um evento de *blow-out*, nos cenários de verão e inverno.

| | MUNICÍPIOS | VOLUME MÁXIMO (m ³) | | PROBABILIDADE DE PRESENÇA (%) | | TEMPO MÍNIMO (h) | |
|------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------|-------------------------------|-----------|------------------|-----------|
| | | VERÃO | INVERNO | VERÃO | INVERNO | VERÃO | INVERNO |
| PARÁ | Chaves | 24,881 | 28,336 | 5 - 0 | 5 - 0 | 720 - 900 | 720 - 900 |
| | Soure | 53,217 | 321,38 | 10-5 | 30-20 | 500-600 | 500 - 600 |
| | Salvaterra | 412,61 | 692,51 | 10-5 | 40-30 | 500-600 | 500 - 600 |
| | Colares | 201,12 | 284,06 | 20 - 10 | 40 - 30 | 600 - 720 | 500 - 600 |
| | Vigia | 33,865 | 49,761 | 10 - 5 | 30 - 20 | 600 - 720 | 600 - 720 |
| | São Caetano de Odivelas | 892,24 | 158,27 | 20 - 10 | 50 - 40 | 500 - 600 | 500 - 600 |
| | Curuçá | 394,64 | 825,89 | 30-20 | 70 - 60 | 400-500 | 300 - 400 |
| | Marapanim | 289,58 | 476,19 | 30 - 20 | 80 - 70 | 400 - 500 | 300 - 400 |
| | Magalhães Barata | 264,01 | 253,65 | 40-30 | 80 - 70 | 400-500 | 300 - 400 |
| | Maracanã | 242,59 | 341,42 | 40 - 30 | 90 - 80 | 400 - 500 | 300 - 400 |
| | Salinópolis | 319,3 | 379,43 | 60 - 50 | 90 - 80 | 400 - 500 | 300 - 400 |
| | São João de Pirabas | 345,57 | 320 | 80 - 70 | 100 - 90 | 300 - 400 | 300 - 400 |
| | Quatipuru | 345,57 | 249,5 | 90 - 80 | 100 - 90 | 300 - 400 | 200 - 300 |
| | Tracuateua | 326,91 | 580,54 | 90 - 80 | 100 - 90 | 300 - 400 | 200 - 300 |
| | Bragança | 232,22 | 230,84 | 100 - 90 | 100 - 90 | 200 - 300 | 200 - 300 |
| Augusto Corrêa | 242,59 | 239,13 | 100 - 90 | 80 - 70 | 200 - 300 | 200 - 300 | |
| Viseu | 528,02 | 337,27 | 100 - 90 | 90 - 80 | 100 - 200 | 100 - 200 | |
| MARANHÃO | Carutapera | 436,1 | 322,07 | 90 - 80 | 60 - 50 | 100 - 200 | 100 - 200 |
| | Luís Domingues | 192,13 | 86,392 | 60 - 50 | 20 - 10 | 100 - 200 | 100 - 200 |
| | Godofredo Viana | 80,862 | 55,291 | 50 - 40 | 10 - 5 | 100 - 200 | 100 - 200 |
| | Cândido Mendes | 107,13 | 51,835 | 30 - 20 | 5 - 0 | 100 - 200 | 200 - 300 |
| | Turiaçu | 71,187 | - | 5 - 0 | - | 100 - 200 | - |
| Áreas Sensíveis | Banco do Álvaro | - | - | 100 - 90 | 100 - 90 | 36-60 | 12-36 |
| | Recife Manoel Luis | - | - | - | - | - | - |
| | Banco Tarol | - | - | 5 - 0 | - | 60-100 | - |

Com base nos resultados obtidos nas simulações probabilísticas foi identificado o cenário de pior caso para ocorrência de um evento de *blow-out* decorrente da atividade de perfuração no bloco BM-PAMA-17. Ambos os cenários apresentaram tempo mínimo de toque na costa de 100-200 horas. Dessa forma, será apresentada uma trajetória de pior caso ocorrida em cada cenário.

Também serão apresentadas duas trajetórias que representarão a deriva do óleo nas condições meteo-oceanográficas mais frequentes da região, nos cenários sazonais de verão e inverno.

Para o modo determinístico, cenário de verão de pior caso, a deriva do óleo ocorreu rumo a oeste do poço. Para o cenário de pior caso o toque na costa ocorreu 150 horas após o início do vazamento (Figura 6.1.1-7), na região da divisa entre os estados do Pará e Maranhão e após 1200 horas o óleo atingiu desde Luis Domingues – MA até Tracuateua - PA.

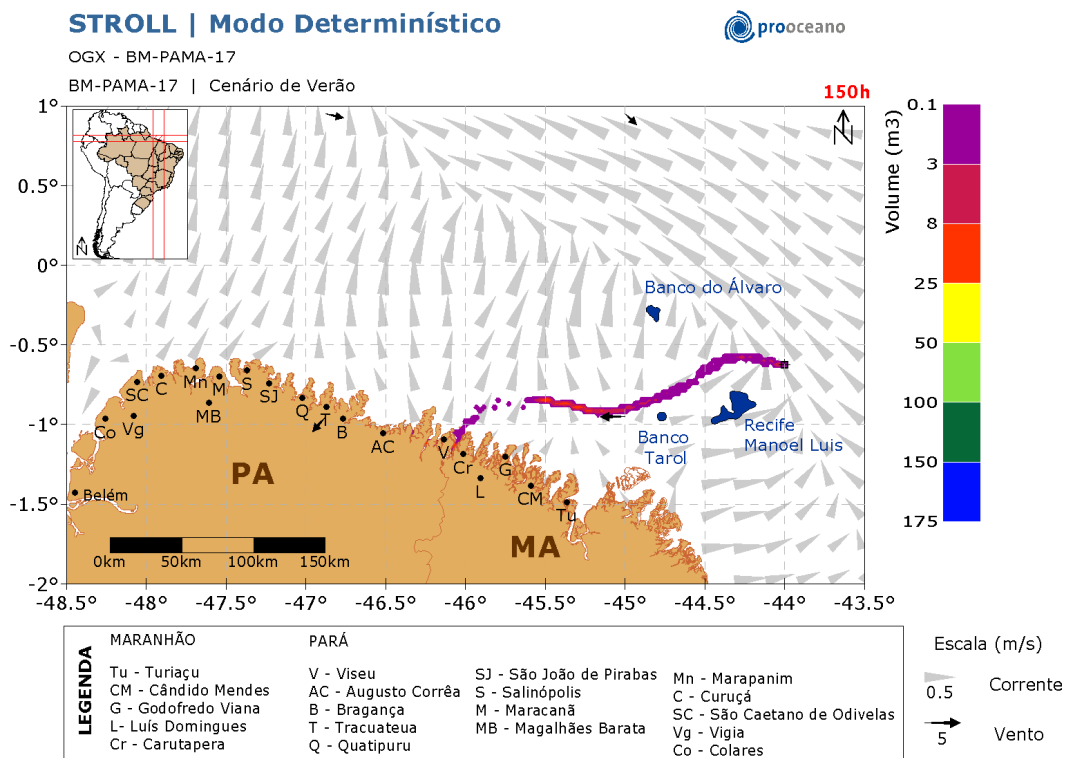


Figura 6.1.1-7. Resultado da simulação determinística de pior caso, cenário de verão, após 150 horas de simulação.

A partir da Figura 6.1.1-8 Observa-se que, após a chegada da primeira parcela de óleo à costa (150 horas), o volume acumulado aumenta seguindo a variação de maré, principal forçante sobre a plataforma nesta região. Após 980 horas, o óleo remanescente encontra-se na costa em sua totalidade (3.664 m³).

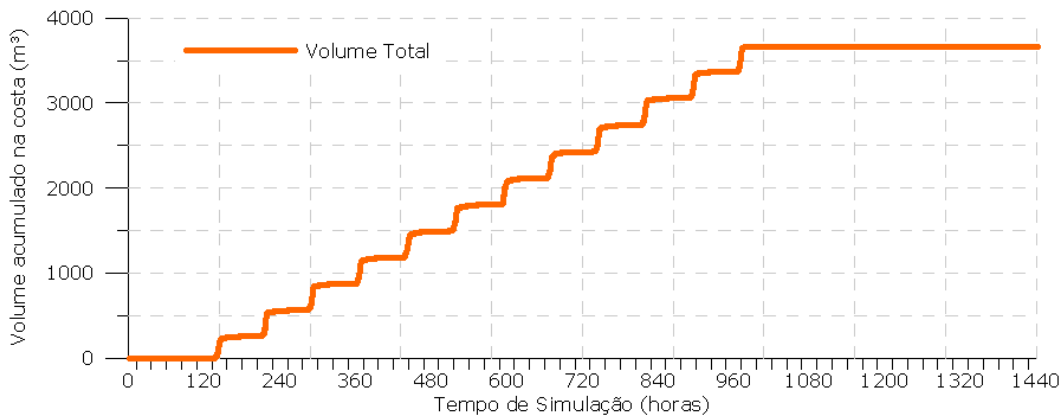


Figura 6.1.1-8. Volume acumulado na costa durante a simulação da trajetória de pior caso no cenário de verão (acima) e para condições frequentes na região (abaixo).

Para o cenário de inverno de pior caso, os resultados do modo determinístico mostram que o óleo derivou sempre rumo a oeste do poço, em 150 horas já houve toque nos municípios de Luis Domingues e Carutapera, estado do Maranhão. Em 1200 horas o óleo atingiu desde a Ilha de Marajó até Luis Domingues no estado do Maranhão (Figura 6.1.1-9).

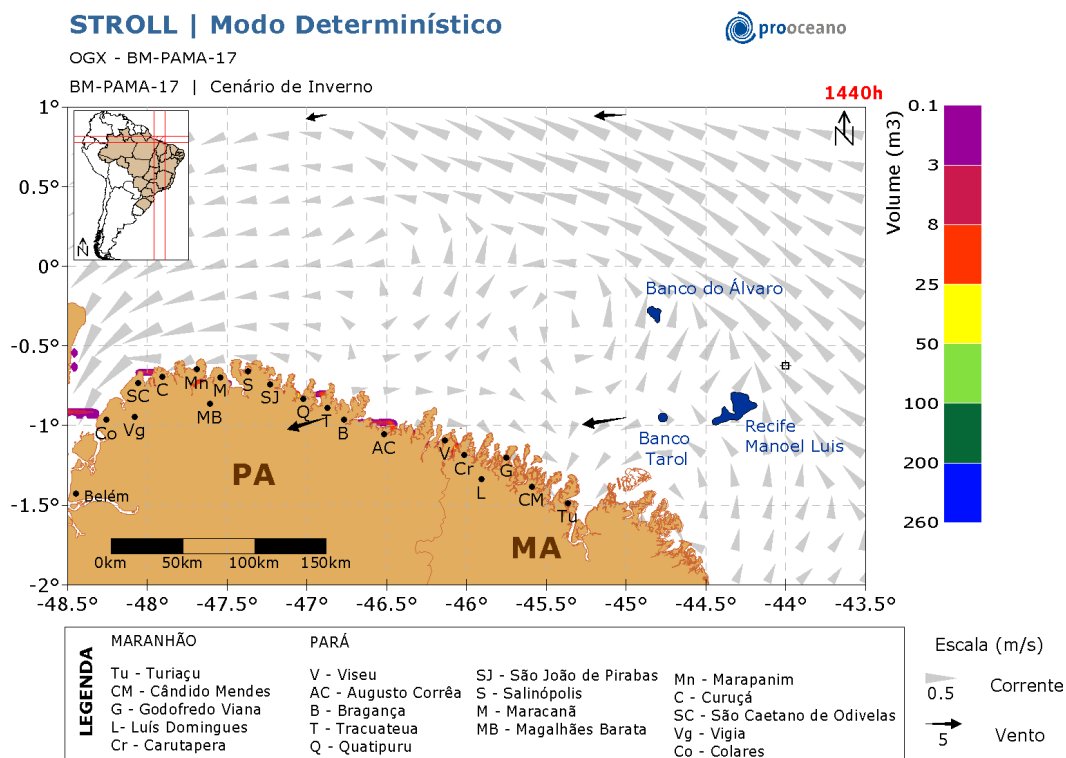


Figura 6.1.1-9. Resultado da simulação determinística de pior caso, cenário de inverno, após 1200 horas de simulação.

No gráfico (Figura 6.1.1-10), a seguir, é apresentada a evolução temporal do volume de óleo acumulado na costa ao longo da simulação. Observa-se que com 120 horas de vazamento o óleo começa a chegar na costa, e que o volume de óleo acumulado na costa atinge seu valor máximo próximo a 1.070 horas.

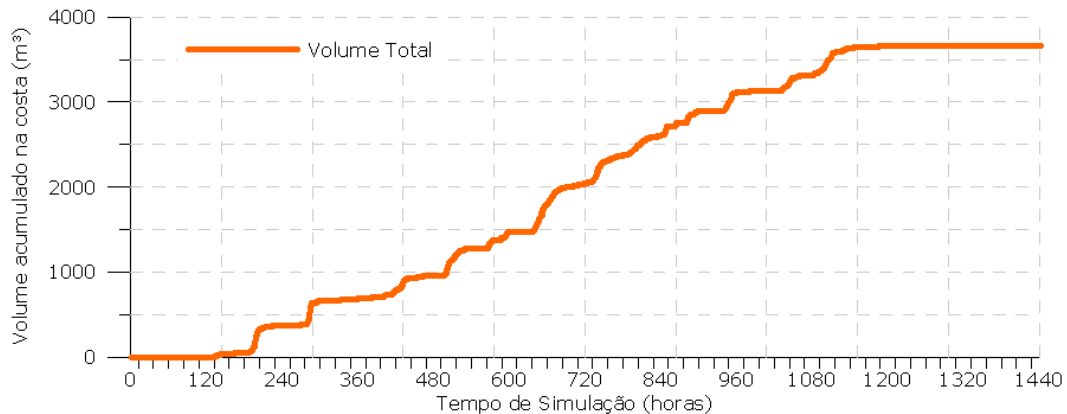


Figura 6.1.1-10. Volume acumulado na costa durante a simulação da trajetória de pior caso no cenário de inverno.

6.1.2. Modelagem da Dispersão de Cascalho e Fluido de Perfuração

Para avaliar a influência do descarte de cascalho e fluido de perfuração oriundo da atividade de perfuração nos blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17 na Bacia do Pará-Maranhão, foram feitas modelagens numéricas, a partir do poço Tapereba 01, no bloco BM-PAMA-16, cujas coordenadas geográficas são apresentadas no Quadro 6.1.2-1.

Quadro 6.1.2-1. Coordenadas e lâmina d'água poços localizados nos blocos BM-ES-29, Bacia do Espírito Santo (SAD 69).

| PONTO | LATITUDE | LONGITUDE | LÂMINA D'ÁGUA (m) |
|-------------|------------|-------------|-------------------|
| Tapereba 01 | 0°27'9,9"S | 44°6'13,7"W | 71 |

Fonte: PROOCEANO (2009).

Foram conduzidas simulações do descarte de material, utilizando três diâmetros médios por fase para os cascalhos (associados ao diâmetro dos poços) e três diâmetros médios para os sólidos dos fluidos (equivalentes aos sólidos presentes nos fluidos), além da formulação de Watson (1969) para o cálculo das velocidades de queda das partículas. Ressalta-se que, para as fases com *riser*, também foi simulada a condição de perfuração alternativa, onde será utilizado um fluido de perfuração não aquoso.

O estudo de modelagem numérica foi realizado pela empresa PROOCEANO, com a utilização do modelo OOC (Offshore Operators Committee). O relatório detalhado da PROOCEANO contendo toda a descrição do modelo, assim como suas premissas e resultados, encontra-se no Anexo 6-2 deste documento.

O processo de perfuração é dividido em duas etapas: sem *riser* e com *riser*. Até a instalação do *riser*, não existe retorno de cascalhos para a sonda e todo o material retirado do poço é descartado junto ao fundo do mar, depositando-se próximo à cabeça de poço. A perfuração com *riser* corresponde à etapa com retorno de fluido de perfuração e cascalho para a superfície e o descarte é realizado na superfície do mar.

As fases com *riser* foram simuladas considerando duas alternativas: fluido de perfuração aquoso ou fluido de perfuração não aquoso.

Para as fases sem *riser*, já que os descartes são efetuados junto à cabeça do poço, a duração da simulação para cada fase, considerada neste trabalho, é igual à duração do descarte adicionada de dois dias. Para as fases com *riser*, como as partículas devem percorrer toda a coluna d'água para se depositarem, a duração da simulação para cada fase é igual à duração do descarte adicionada de cinco dias. É importante ressaltar que, em águas profundas, geralmente a maior parcela dos sólidos dos fluidos não se deposita no assoalho oceânico e permanece em suspensão, considerando que suas velocidades de deposição são muito baixas.

A perfuração no poço Tapereba 01 ocorrerá em cinco seções. Nas duas primeiras, onde o descarte ocorre a aproximadamente 7 m do fundo (a cerca de 64 m da superfície), será usado um fluido de base água. Terminadas estas etapas, o riser é instalado e iniciam-se as demais seções, cujos fluidos também serão de base água. As especificações do descarte de cascalho e fluidos de perfuração (base aquosa e base sintética) são apresentadas no Anexo 6-2 deste documento. Na Quadro 6.1.2-2 são apresentadas as simulações realizadas e os códigos a elas associados neste estudo.

Quadro 6.1.2-2. Relação das simulações realizadas no estudo.

| SIMULAÇÃO | TIPO DE DESCARTE | SEÇÃO |
|-----------|----------------------------|-------|
| SOL_SEC1 | cascalhos e fluido aderido | 1 |
| SOL_SEC2 | cascalhos e fluido aderido | 2 |
| SOL_SEC3 | cascalhos e fluido aderido | 3 |
| SOL_SEC4 | cascalhos e fluido aderido | 4 |
| SOL_SEC5 | cascalhos e fluido aderido | 5 |
| FLU_SEC5 | fluido excedente | 5 |

Os valores obtidos para todos os descartes de cascalho e fluido aderido podem ser observados no Quadro 6.1.2-3.

Quadro 6.1.2-3. Valores usados na descrição da densidade média dos efluentes.

| PARÂMETRO | UNIDADE | SEÇÃO 1 | SEÇÃO 2 | SEÇÃO 3 | SEÇÃO 4 | SEÇÃO 5 |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| V_{total} | m ³ | 301,18 | 902,99 | 495,88 | 113,24 | 81,04 |
| $V_{cascalho}$ | m ³ | 81,27 | 156,20 | 198,35 | 45,30 | 32,42 |
| V_{fluido} | m ³ | 219,9 | 746,8 | 297,5 | 67,9 | 48,6 |
| $f_{cascalho}$ | % | 26,98% | 17,30% | 40,00% | 40,00% | 40,00% |
| f_{fluido} | % | 73,02% | 82,70% | 60,00% | 60,00% | 60,00% |
| ρ_{casc} | kg/m ³ | 2200 | 2200 | 2400 | 2500 | 2600 |
| ρ_{fluido} | kg/m ³ | 1054,52 | 1085,90 | 1138,41 | 1318,15 | 1677,65 |
| $\rho_{efluente}$ | kg/m³ | 1363,60 | 1278,61 | 1643,04 | 1790,89 | 2046,59 |

De acordo com as análises realizadas em função da velocidade de queda e estimativa da distância percorrida por cada classe granulométrica (conforme apresentado na Figura 6.1.2-1 e Quadro 6.1.2-3), os tempos escolhidos para cada simulação foram: 10 h (descartes de cascalho e fluido aderido das seções sem riser), 84 h (descartes de cascalho e fluido aderido das seções com riser) e 72 h (descarte de fluido excedente da seção 5). De acordo com as análises realizadas em função da velocidade de queda e estimativa da distancia percorrida por cada classe granulométrica, que estão apresentadas em detalhes no Anexo 6-2, deste documento.

É proposto, como solução neste trabalho, o uso de duas diferentes grades. A primeira (grade 1), voltada para a estimativa da área total de deposição, possui um espaçamento de 8,5 m e uma área de 720.000 m² (~0,72 km²). A segunda (grade 2), projetada para a região de maior acúmulo de sedimentos, possui uma resolução espacial de 2,5 m e cobre uma área de 62.500 m² (0,0625 km²).

A comparação das duas grades projetadas e seus pontos de lançamento podem ser observados na Figura 6.1.2-1.

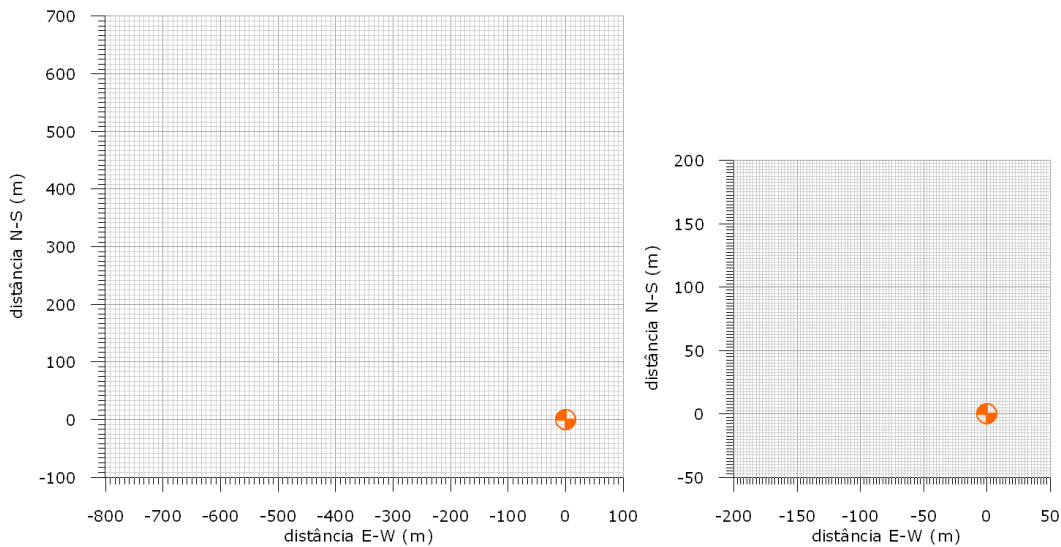


Figura 6.1.2-1. Comparação entre as duas grades projetadas para o estudo. A marcação em laranja representa a posição do ponto de lançamento em cada grade.

O modelo OOC é melhor adaptado à representação de descartes de curta duração. Entretanto, conhecendo-se as características do meio e do descarte, é possível representar descartes de longa duração com este modelo. Os métodos são usados de acordo com o tipo de impacto que busca-se analisar: a pilha de deposição final no assoalho marinho ou a pluma de sólidos em suspensão na coluna d'água.

A seguir serão apresentadas as pilhas de deposição no assoalho marinho e plumas de sólidos em suspensão na coluna d'água estimadas pelas simulações realizadas.

As pilhas de deposição serão apresentadas de forma integrada, visando considerar o efeito conjunto dos descartes. Por ocorrerem de forma sequencial e possuírem uma curta expectativa de permanência na coluna d'água, não será apresentada integração para as plumas de sólidos em suspensão. As plumas são representadas aqui por perfis radiais ao poço (situado no ponto [0,0]), extraídos de forma a identificar a região de maior concentração de sólidos em suspensão.

a) Pilhas de Deposição

Baseado nas análises realizadas em função da velocidade de queda e estimativa da distância percorrida por cada classe granulométrica, os tempos escolhidos para cada simulação foram:

10 h – descartes de cascalho e fluido aderido das seções sem riser.

84 h – descartes de cascalho e fluido aderido das seções com riser.

72 h – descarte de fluido excedente da seção 5.

◆ Grade 1

A pilha formada por todos os descartes é apresentada na Figura 6.1.2-2. Tanto as pilhas formadas nas seções sem riser quanto as das seções com riser apresentam orientação NW. Um resumo dos resultados obtidos para a deposição de sólidos é apresentado na Quadro 6.1.2-4.

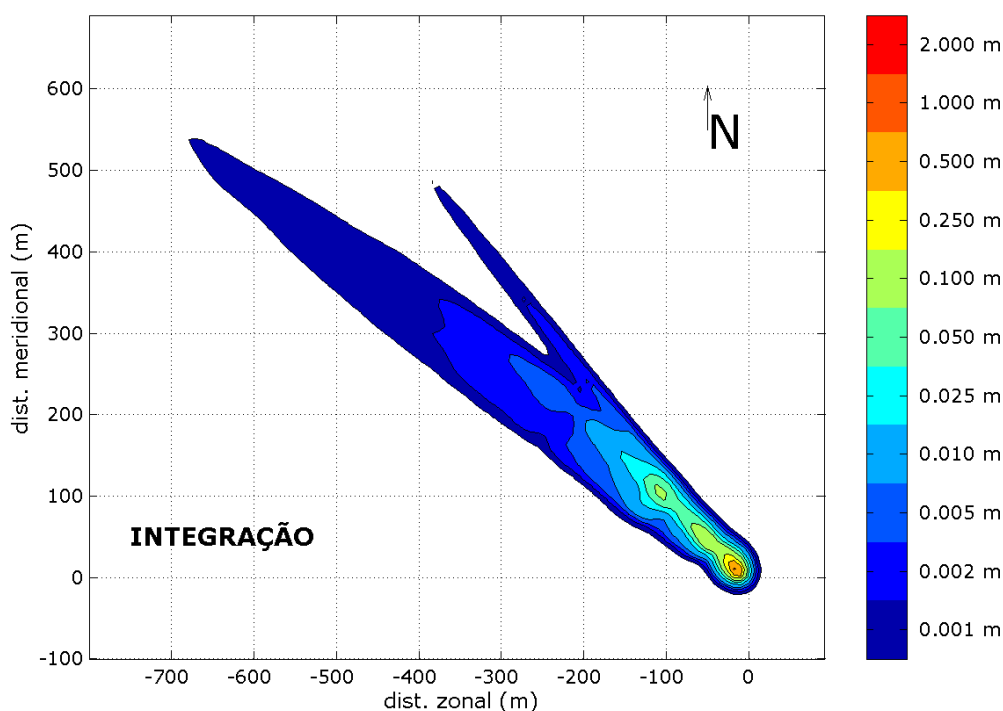


Figura 6.1.2-2. Pilha resultante da integração de todos os descartes realizados com a grade 1.

Quadro 6.1.2-4. Resumo dos resultados obtidos para as pilhas de deposição.

| SIMULAÇÃO | ESP. MÁXIMA (m) | ÁREA (m ²) | FRAÇÃO DO VOLUME CAPTURADO |
|-------------------|-----------------|------------------------|----------------------------|
| SOL_SEC1 | 0,341 | 10042,65 | 94,5% |
| SOL_SEC2 | 0,742 | 15316,85 | 93,2% |
| SOL_SEC3 | 0,115 | 46889,78 | 74,7% |
| SOL_SEC4 | 0,029 | 14955,60 | 75,4% |
| SOL_SEC5 | 0,024 | 12137,88 | 74,5% |
| FLU_SEC5 | 0,00002 | - | 0,2% |
| INTEGRAÇÃO | 1,08 | 75356,00 | - |

O descarte responsável pela maior espessura é o da seção 2. O descarte da seção 3 forma a maior área (46889,78 m²). O descarte FLU_SEC5 não formou uma pilha com espessuras maiores que 1mm. A pilha final cobre uma área de 75.356 m².

◆ Grade 2

As maiores espessuras podem ser subestimadas pela utilização de grandes espaçamentos de grade. De forma a evitar este efeito, um novo grupo de simulações foi realizado, usando-se desta vez uma grade cuja resolução espacial é superior à da Grade 1. Espera-se, desta forma, uma correta estimativa das espessuras máximas formadas nestes descartes. A integração dos resultados é apresentada na Figura 6.1.2-3.

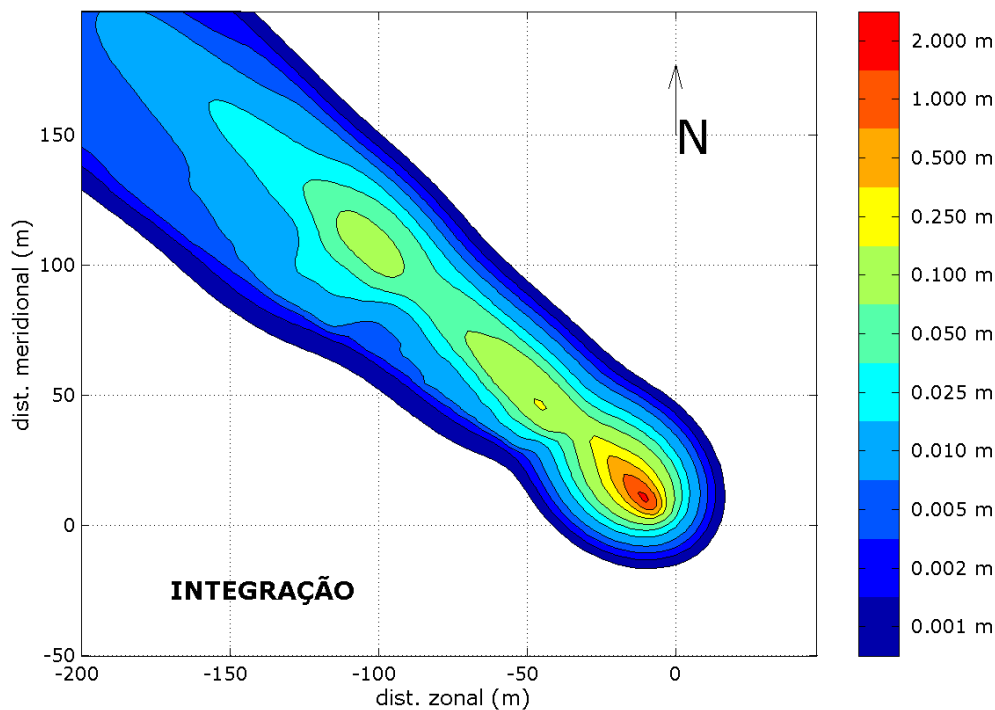


Figura 6.1.2-3. Pilha de deposição encontrada para o descarte SOL_SEC1 realizado com a grade 2.

As espessuras máximas encontradas com a grade 2, para cada seção, são apresentadas no Quadro 6.1.2-5. Conforme esperado, a maior contribuição se deve ao descarte da seção 2, por ser, dentre os descartes de cascalhos e fluido aderido, o de maior volume.

Quadro 6.1.2-5. Espessuras máximas obtidas com a grade 2.

| SIMULAÇÃO | ESP. MÁXIMA (M) | FRAÇÃO DO VOLUME CAPTURADO |
|-------------------|-----------------|----------------------------|
| SOL_SEC1 | 0,801 | 84,7% |
| SOL_SEC2 | 1,522 | 85,0% |
| SOL_SEC3 | 0,159 | 55,1% |
| SOL_SEC4 | 0,042 | 55,1% |
| SOL_SEC5 | 0,038 | 55,0% |
| FLU_SEC5 | - | - |
| INTEGRAÇÃO | 2,323 | - |

A pilha resultante apresentou uma espessura máxima de 2,32 m a menos de 10 da fonte, sentido noroeste.

b) Plumas de sólidos em suspensão

As plumas de sólidos em suspensão formadas pelos descartes foram monitoradas através de seções radiais verticais na coluna d'água, posicionadas a distâncias específicas da fonte. A posição da radial em profundidade foi escolhida de acordo com a localização da pluma. Uma representação esquemática das radiais escolhidas foram: sem riser, com riser até 1500m da fonte e com riser, de 2000m a 3500m da fonte.

◆ Sem Riser

As plumas obtidas para os descartes sem riser são apresentadas na Figura 6.1.2-4 e Figura 6.1.2-5, para os descartes SOL_SEC1 e, na Figura 6.1.2-6 e Figura 6.1.2-7, para os descartes SOL_SEC2.

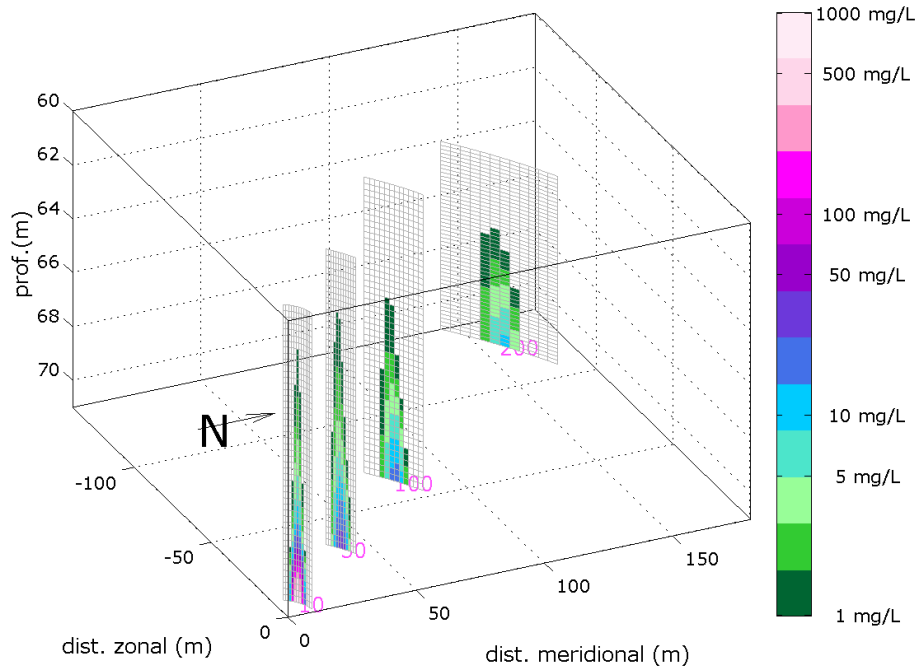


Figura 6.1.2-4. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC1 até 200m da fonte.

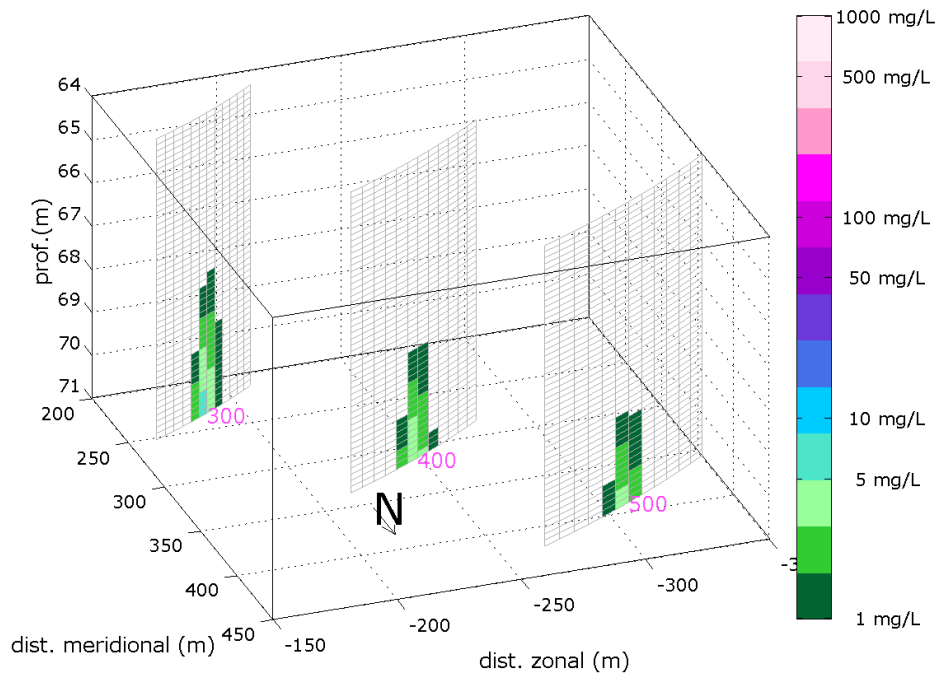


Figura 6.1.2-5. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC1, de 300m a 500m da fonte.

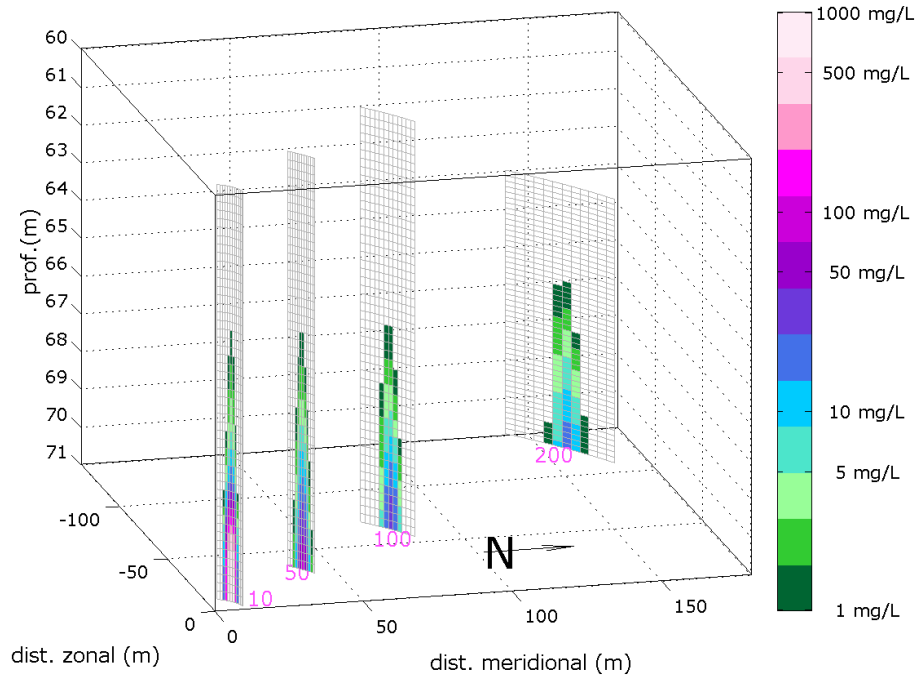


Figura 6.1.2-6. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC2 até 200m da fonte.

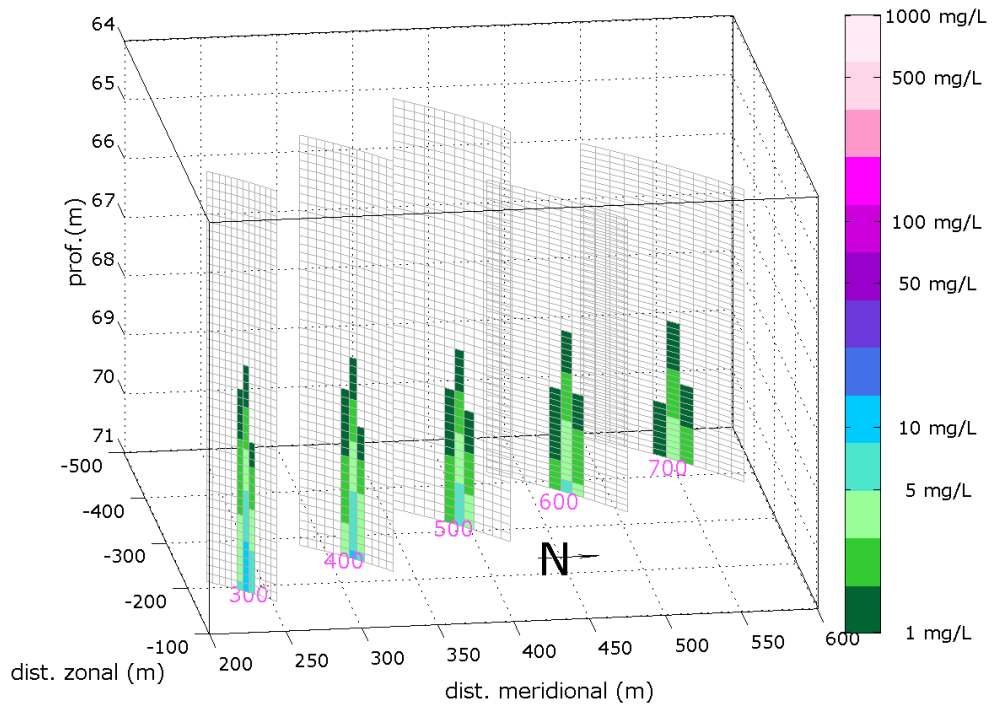


Figura 6.1.2-7. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC2, de 300m a 700m da fonte.

Nota-se que ambas as plumas apresentam o mesmo comportamento, quanto ao posicionamento na coluna d'água. As plumas formadas restringem-se aos últimos 9m de profundidade. O descarte SOL_SEC2 além de apresentar valores superiores, alcança ainda uma maior distância da fonte (600m) com concentrações acima do limiar monitorado (5mg/L). Este fato pode ser associado ao maior volume descartado nesta seção.

As concentrações máximas obtidas em cada radial para as plumas dos descartes sem riser são apresentadas na Quadro 6.1.2-6 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

Quadro 6.1.2-6. Concentração máxima (mg/L) de sólidos em suspensão em cada radial para todos os descartes.

| DISTÂNCIA DA FONTE (m) | SOL_SEC1 | SOL_SEC2 |
|------------------------|----------|----------|
| 10 | 791,75 | 917,09 |
| 50 | 42,38 | 89,54 |
| 100 | 22,71 | 38,96 |
| 200 | 11,40 | 20,08 |
| 300 | 7,11 | 12,80 |
| 400 | 5,29 | 9,17 |
| 500 | 3,82 | 6,87 |
| 600 | | 5,41 |
| 700 | | 4,01 |

◆ Com Riser

As plumas formadas nos descartes das seções com riser são apresentadas da Figura 6.1.2-8 à Figura 6.1.2-14.

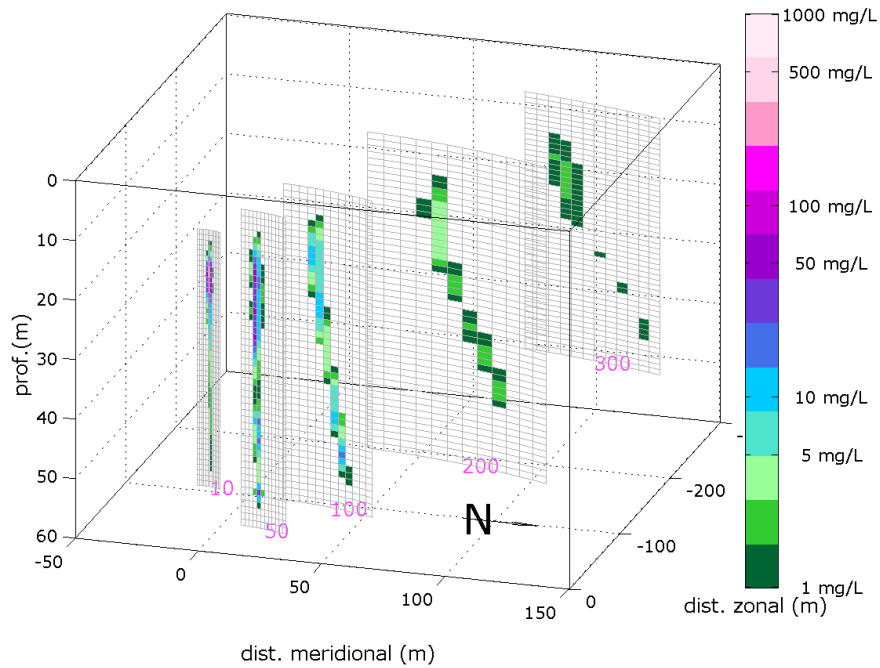


Figura 6.1.2-8. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC3.

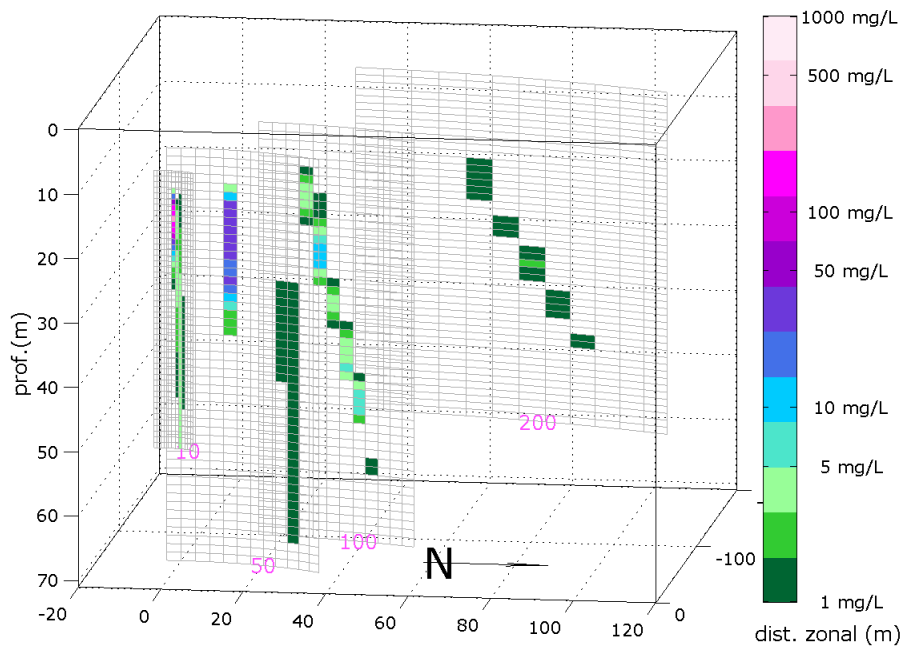


Figura 6.1.2-9. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC4.

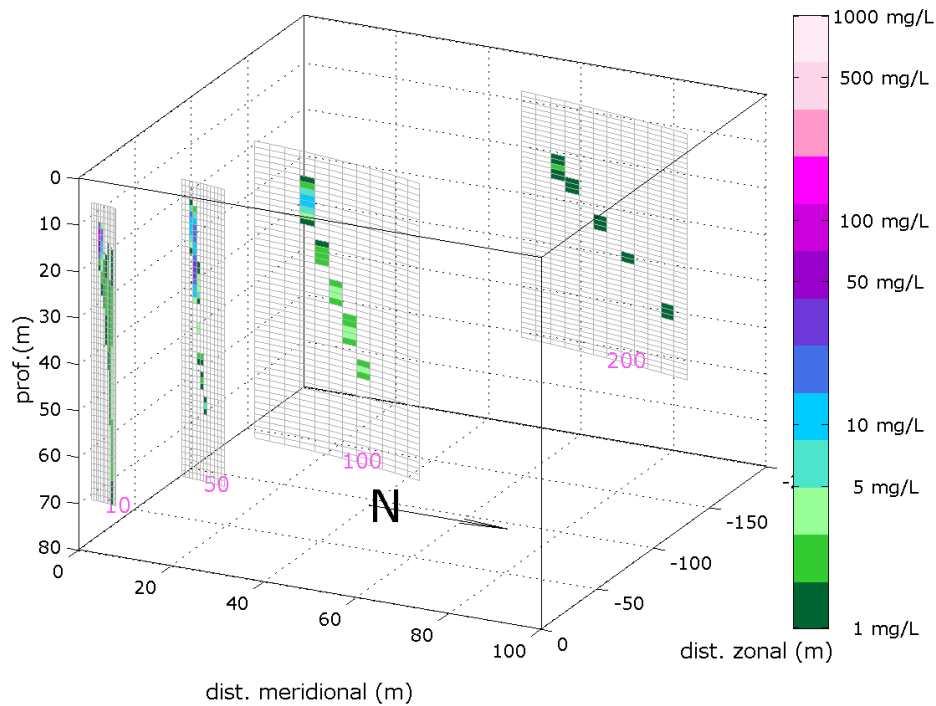


Figura 6.1.2-10. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC5.

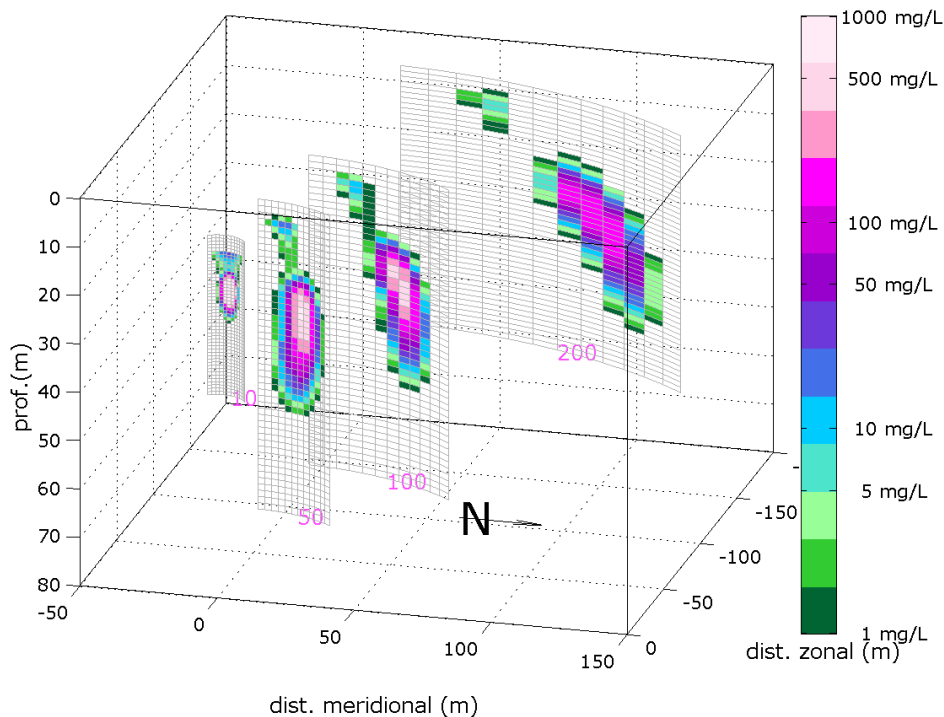


Figura 6.1.2-11. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte FLU_SEC5 até 200m da fonte.

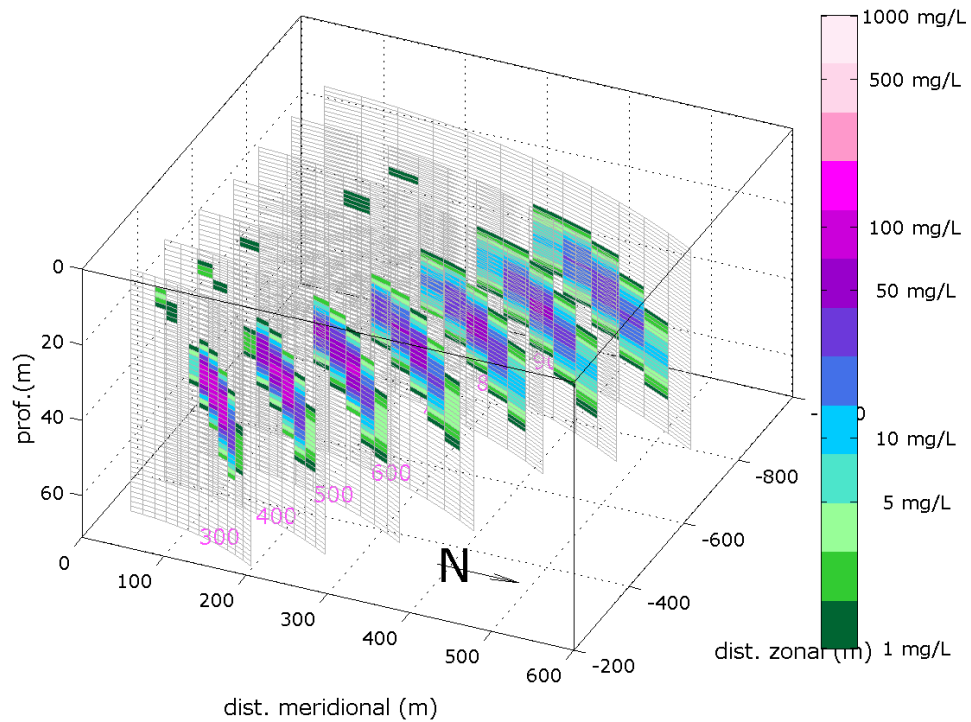


Figura 6.1.2-12. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte FLU_SEC5, de 300m a 900m da fonte.

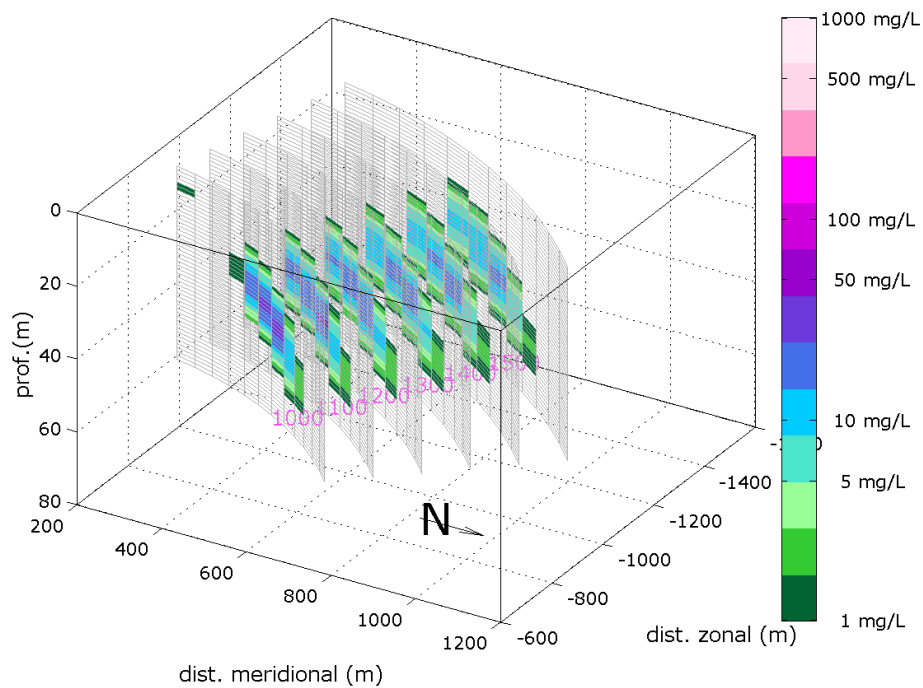


Figura 6.1.2-13. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte FLU_SEC5, de 1000m a 1500m da área fonte.

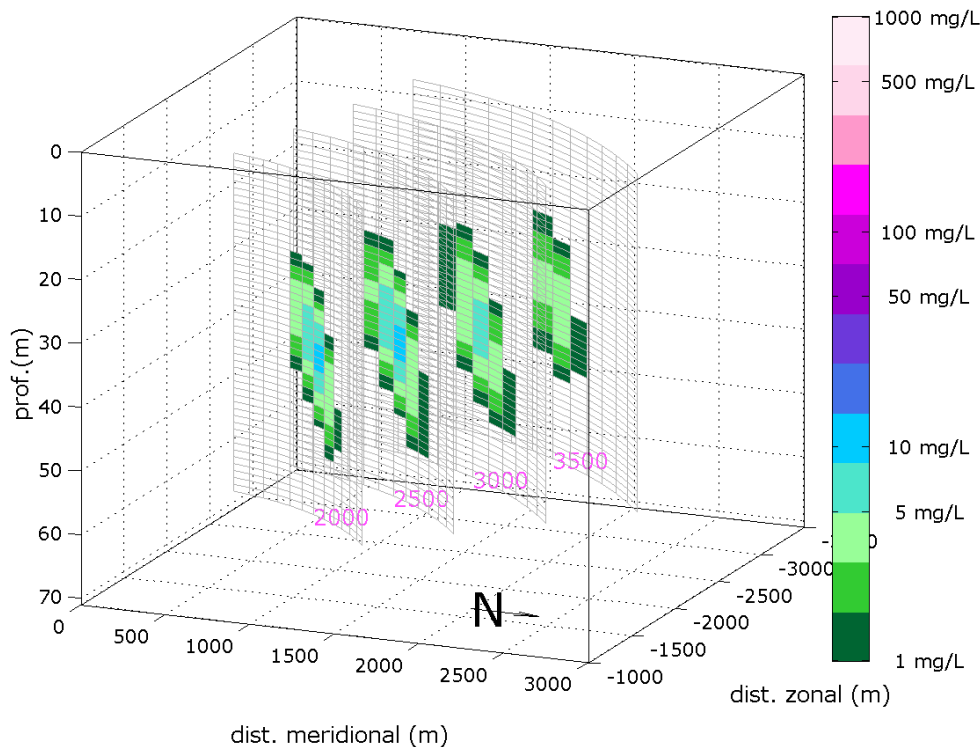


Figura 6.1.2-14. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte FLU_SEC5, de 2000m até 3500m da fonte.

As plumas formadas nos descartes de cascalho e fluido aderido nas seções com riser apresentam um comportamento semelhante. Ao atingir maiores profundidades, as plumas são influenciadas pela hidrodinâmica da região. Os níveis de sólidos em suspensão do descarte SOL_SEC5 são inferiores aos demais na região próxima à fonte. No entanto, na distância de 200m, os três descartes possuem valores abaixo de 5mg/L.

Como esperado, o descarte FLU_SEC5 é o responsável pelo maior impacto. Até 300m da fonte, a pluma ainda retém 100mg/L de sólidos. A esta distância, todos os descartes de cascalho e fluido aderido já estão abaixo do limiar monitorado. Valores próximos a 5mg/L são observados somente após os 3500m da fonte. A Quadro 6.1.2-7 resume as concentrações máximas de sólidos em suspensão em cada radial para todos os descartes.

Quadro 6.1.2-7. Concentração máxima (mg/L) de sólidos em suspensão em cada radial para todos os descartes.

| DISTÂNCIA DA FONTE (m) | SOL_SEC3 | SOL_SEC4 | SOL_SEC5 | FLU_SEC5 |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| 10 | 248,65 | 205,42 | 132,45 | 3760,25 |
| 50 | 50,81 | 35,25 | 31,08 | 644,27 |
| 100 | 18,61 | 11,16 | 9,65 | 432,13 |
| 200 | 4,64 | 1,77 | 1,73 | 196,69 |
| 300 | 1,94 | | | 119,00 |
| 400 | | | | 93,68 |
| 500 | | | | 75,35 |
| 600 | | | | 60,89 |
| 700 | | | | 51,98 |
| 800 | | | | 46,39 |
| 900 | | | | 39,12 |
| 1000 | | | | 33,56 |
| 1100 | | | | 29,12 |
| 1200 | | | | 25,48 |
| 1300 | | | | 22,50 |
| 1400 | | | | 19,64 |
| 1500 | | | | 17,01 |
| 2000 | | | | 8,90 |
| 2500 | | | | 8,66 |
| 3000 | | | | 6,00 |
| 3500 | | | | 4,20 |