

## **II.6.2 - Modelagem da Dispersão de Óleo e Efluentes**

Os modelos numéricos são importantes ferramentas matemáticas que auxiliam na interpretação de processos e padrões oceânicos e, contribuindo de forma realista e detalhada, permitindo o direcionamento de ações visando à minimização de impactos.

Este item apresenta os resultados da:

- ★ modelagem numérica da trajetória e intemperismo de óleo decorrente de potenciais acidentes com derrame de petróleo a partir do FPSO Cidade de Campos dos Goytacazes, localizado no Campo de Tartaruga Verde, Bacia de Campos.
- ★ modelagem numérica do processo da diluição e dispersão das plumas provenientes do descarte de efluentes (água produzida, efluente da Unidade de Remoção de Sulfatos (URS) e efluente da lavagem de membranas da URS) a partir do FPSO Cidade de Campos dos Goytacazes, localizado no Campo de Tartaruga Verde, Bacia de Campos.

### **II.6.2.1 - Modelagem da Dispersão de Óleo**

Em atendimento ao Termo de Referência CGPEG/DILIC/IBAMA nº 001/15, foram conduzidas simulações probabilísticas para dois períodos de seis meses (janeiro a junho e julho a dezembro), com o objetivo de determinar os intervalos de probabilidade de a mancha atingir a área de estudo. Foram considerados três classes de derrame, como definido na Resolução do CONAMA no 398/08: pequeno (8,0 m<sup>3</sup>), médio (200,0 m<sup>3</sup>) e pior caso (350.000,0 m<sup>3</sup>), correspondente ao afundamento da unidade FPSO Cidade de Campos dos Goytacazes.

O critério de parada adotado nas simulações foi o tempo de 30 dias após o final do vazamento. Nos casos de derrames com volume de pior caso (afundamento da unidade ao longo de 24 horas), a duração das simulações foi de 31 dias. Enquanto as simulações com derrames pequeno e médio (instantâneo) foram conduzidas por 30 dias.

A partir dos resultados das simulações probabilísticas foram selecionados os cenários determinísticos críticos para cada cenário probabilístico, utilizando como critérios o menor tempo de toque e a maior massa do óleo na costa.

O sistema de modelos OSCAR foi utilizado para definir a área potencialmente ameaçada por derramamentos de óleo. O campo de correntes característico dos padrões de circulação na região foi obtido a partir da nova Base Hidrodinâmica desenvolvida no âmbito da Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica (REMO). O campo de ventos foi proveniente de dados de reanálise de modelo meteorológico. Os resultados mostraram que no período de janeiro a junho, o volume pequeno ( $8 \text{ m}^3$ ) e o volume médio ( $200 \text{ m}^3$ ) apresentaram o menor tempo de toque de 138 horas em Quissamã e extensão total de 765 km e 1.268,4 km, respectivamente. Por fim, para o volume de pior caso ( $350.000 \text{ m}^3$ ), o menor tempo foi de 87 horas, na Ilha da Âncora (Armação dos Búzios, RJ), e extensão total de 1.760 km.

No período de julho a dezembro, o volume pequeno ( $8 \text{ m}^3$ ) apresentou um menor tempo de toque de 102 horas, na Ilha de Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ), e extensão total de 641 km. Para o volume médio ( $200 \text{ m}^3$ ), o menor tempo de toque foi de 98 horas também na Ilha do Cabo Frio em Arraial do Cabo (RJ) e extensão total de 745,4 km. Para o volume de pior caso ( $350.000 \text{ m}^3$ ) o menor tempo de toque foi de 88 horas em Campos dos Goytacazes e Quissamã (RJ) e extensão total de 2.263,5 km.

Os resultados das simulações dos cenários determinísticos mostraram que a evaporação e interação com a coluna d'água são os principais processos que atuam na redução da massa de óleo na superfície da água, retirando ao final da simulação uma porcentagem de 55% a 58% do óleo derramado (pior caso). Ainda se observa, a partir destes resultados determinísticos, que há uma contribuição de perda de massa por interação com a linha de costa, sendo maior nos cenários críticos de maior massa na costa.

O estudo de modelagem de óleo foi realizado pela empresa TETRA TECH, e o relatório segue apresentado no Anexo II.6.2.1-1 deste documento.

### II.6.2.2 - Modelagem da Dispersão de Efluentes

São apresentados os principais resultados da modelagem computacional da diluição e dispersão das plumas provenientes do descarte de água produzida e dos efluentes da Unidade de Remoção de Sulfatos - URS (rejeito da dessulfatadora de água do mar e efluente da lavagem de membranas) a partir do FPSO Cidade de Campos dos Goytacazes.

As simulações da diluição e dispersão das plumas foram realizadas através da separação do estudo em dois domínios conhecidos por campo próximo e campo afastado. Os dados foram analisados com o objetivo de caracterizar a região de lançamento dos efluentes nos diferentes períodos sazonais de verão (janeiro a março), outono (abril a junho), inverno (julho a setembro) e primavera (outubro a dezembro), e fornecer os valores de entrada no modelo que caracterizam cada cenário.

O campo próximo foi simulado com o modelo CORMIX, desenvolvido para a análise, previsão e planejamento do lançamento de efluentes em diferentes corpos d'água, e no campo afastado foi utilizado o modelo <sup>1</sup>DREAM.

O campo tridimensional de correntes, característico dos padrões de circulação na região, foi obtido a partir de um modelo numérico apresentado em REMO (2012) para reproduzir as correntes oceânicas de plataforma e talude, presentes na costa sul-sudeste do Brasil, para as quatro estações do ano. Também foi considerado um campo de ventos, baseado em dados do conjunto Reanálise-II do NCEP/NCAR.

Para o descarte da água produzida foram realizadas simulações utilizando a vazão de lançamento de 26.808,0 m<sup>3</sup>/dia. Neste estudo considerou-se que o descarte ocorre entre 4,4 a 12,9 m abaixo da linha d'água, em função do calado da unidade, por uma tubulação com 0,4572 m de diâmetro.

Para o descarte de efluente da Unidade de Remoção de Sulfatos (URS) realizou-se uma simulação com vazão total de 12.576,0 m<sup>3</sup>/dia. Neste estudo se considerou um descarte entre 4,4 a 12,9 m abaixo da linha d'água, em função do

---

<sup>1</sup> *Dose-related Risk and Effect Assessment Model*: Modelo de Avaliação de Risco e Efeito de Doses-Relacionadas

calado da unidade, por uma tubulação com 0,6096 m de diâmetro. Para o descarte do efluente da lavagem das membranas da URS realizou-se simulação com vazão de lançamento de 224,5 m<sup>3</sup> por 30 minutos (449 m<sup>3</sup>/h).

O descarte do efluente oriundo das etapas de limpezas alcalina e ácida das membranas será realizado em três estágios (2 estágios da limpeza alcalina e 1 estágio da limpeza ácida), sendo que em cada estágio haverá o descarte do volume de 224,5 m<sup>3</sup>, composto por 28 m<sup>3</sup> de solução de limpeza (alcalina ou ácida) e 196,5 m<sup>3</sup> do efluente da operação normal da URS (oriundo dos 3 trens de membranas), por cerca de 30 minutos no corpo receptor.

Os resultados das simulações mostraram que as maiores diluições são verificadas, respectivamente para as simulações de campo próximo e campo afastado, nos períodos de primavera e inverno (água produzida), verão e inverno (URS) e verão (lavagem das membranas). As menores diluições são verificadas no período de outono, para ambos os efluentes e para ambas as simulações.

O comportamento da pluma dos efluentes de água produzida no campo próximo apresentam diluições da ordem de 503 a 1.021 vezes a cerca de 56 a 82 m de distância do ponto de lançamento. Nestas simulações, as plumas atingiram profundidades máximas de, aproximadamente, 85 a 98 m.

O comportamento da pluma dos efluentes da URS no campo próximo apresentam diluições da ordem de 198 a 224 vezes a cerca de 59 a 84 m de distância do ponto de lançamento. Nestas simulações, as plumas atingiram profundidades máximas de, aproximadamente, 27 a 30 m.

O comportamento da pluma dos efluentes da lavagem das membranas da URS neste domínio apresentam diluições da ordem de 211 a 236 vezes a cerca de 60 a 84 m de distância do ponto de lançamento. Nestas simulações, as plumas atingiram profundidades máximas de, aproximadamente, 26 a 30 m. Ao final deste domínio, a diluição final do efluente, considerando-se a concentração inicial do efluente, a concentração no final do domínio do campo próximo, e a diluição inicial do efluente do trem de membranas em operação são da ordem de 1.688 a 1.888 vezes.

Para todos os efluentes considerados, os resultados das simulações de campo afastado mostraram que as maiores diluições são verificadas no período de inverno (água produzida com 1.074 vezes e URS com 327 vezes) e verão

(lavagem das membranas com 2.169 vezes). Quanto às menores diluições, estas são verificadas, para todos os efluentes considerados, no período de outono, com diluições de 506 vezes (água produzida), 224 vezes (URS) e 1.915 vezes (lavagem das membranas).

Para a água produzida as maiores distâncias verificadas ocorreram no período de inverno (6.599 m), enquanto para a URS e lavagem das membranas estas foram verificadas no período de outono (6.045 m e 1.389 m, respectivamente). Já as maiores profundidades verificadas ocorreram no período de primavera (água produzida com 180 m) e de outono e inverno para a URS (com 50 m) e de outono para a lavagem das membranas (com 56 m).

O estudo de modelagem da água produzida foi realizado pela empresa TETRA TECH e o relatório segue apresentado no Anexo II.6.2.2-1 deste documento.