

ANEXO A VISÃO GERAL DO MODELO DE TRAJETÓRIA

A.1 Introdução

Muito das descargas de cascalho e sólidos da lama durante a perfuração do poço é liberada continuamente a taxas baixas. A liberação total de cascalho e sólidos da lama podem ser aproximadas como uma descarga a taxa constante cuja duração vai do início da primeira seção do poço ao final da última.

Freqüentemente, este intervalo de tempo cobre vários meses. Para esse tipo de descarga, uma abordagem de previsão probabilística da deposição no fundo do mar de cascalho e sólidos da lama é adequada. Devido à baixa taxa de descarga, as dinâmicas de pluma e os perfis hidrográficos do ambiente podem ser desprezados. As correntes ambientes são descritas probabilisticamente (as probabilidades de ocorrência das várias combinações de velocidade e direção da corrente).

O sistema probabilístico de modelagem de descargas de perfuração no longo prazo é implementado em um modelo de trajetória. Em essência, um modelo de trajetória calcula a trajetória de uma classe particular de partículas à medida que descem pela coluna d'água para cada combinação de velocidade e direção de corrente.

As partículas são acompanhadas, de seu ponto de descarga até que cheguem ao fundo do mar. Obviamente, não seria prático acompanhar cada classe de partículas em todas as combinações de velocidade e direção de corrente que ocorra em um período de vários meses. Ao invés, cria-se uma descrição probabilística das correntes, chamada distribuição de probabilidade conjunta. Uma distribuição de probabilidade conjunta de correntes é uma tabela bidimensional. Uma das dimensões está associada a intervalos de velocidades. Os dados da tabela estão associados a intervalos de velocidade da corrente (ver próxima seção). A outra dimensão está associada a setores de direção. Os dados dão a probabilidade de que a velocidade da corrente fique dentro de certo intervalo de velocidade e também dentro de certo setor de direção. Em essência, a distribuição de probabilidade conjunta permite o cálculo de trajetórias usando os intervalos de velocidade da corrente e os setores de direção da tabela, em vez de usar todas as velocidades e direções que efetivamente ocorrem. A elaboração de uma distribuição de probabilidade conjunta está descrita na próxima seção.

A.2 Descrição de Correntes em Probabilidade Conjunta

Há vários passos na criação de uma distribuição de probabilidade conjunta. A gama possível de valores de velocidade e direção da corrente é dividida em intervalos uniformes.

Por exemplo, se a gama de velocidades de corrente for de 0 a 43 cm/s, uma divisão possível seria 9 intervalos de corrente, cada um de 5 cm/s. Assim, as classes de velocidade seriam 0-5 cm/s, 5-10 cm/s, 10-15 cm/s, e assim por diante até 40-45 cm/s.

De modo similar, uma gama de direção de 0 a 360° poderia ser dividida em setores de 15 graus cada. Uma distribuição de probabilidade conjunta define as probabilidades de cada

combinação de intervalo de velocidade e setor de direção. Suponha que há um conjunto de dados de medida da corrente contendo a velocidade e a direção tomadas a intervalos regulares de tempo. Primeiro, faz-se uma tabela de ocorrência de frequência conjunta de intervalos e direção tomando a soma de todas as contagens de ocorrências e dividindo-se cada ocorrência pela soma. A soma de todas as probabilidades assim obtidas é um.

Deve-se observar que há um processo implícito de medianização que ocorre à medida que a partícula desce dentro de uma faixa de profundidade. Se as leituras do medidor de corrente dentro da faixa tiver muito ruído ou turbulência, uma partícula em precipitação pode ser primeiro levada em uma direção, e depois na outra. Uma partícula que desça lentamente pode passar por várias correntes dentro de uma mesma faixa. A distância horizontal líquida em que se deslocou a partícula pode ser muito pequena, já os efeitos de muitas correntes podem tender para cancelarem-se uns aos outros. Por exemplo, uma partícula transportada por um conjunto de correntes com uma velocidade constante mas muitas direções, terá um deslocamento líquido menor do que seria sugerido caso apenas a velocidade fosse levada em consideração. Em contrapartida, uma partícula que decante rapidamente pode experimentar apenas umas poucas correntes e pouco do efeito de medianização.

A.3 Modelo de Trajetória

A técnica de modelagem de trajetória se aplica onde as taxas de descarga de efluente forem relativamente baixas. Uma vez que a modelagem de trajetória assume uma velocidade de precipitação constante para cada classe de partículas analisada, é importante que essa partícula atinja sua velocidade final de precipitação logo após a descarga. Isto ocorre quando a taxa de descarga é baixa, de modo a os efeitos da dinâmica da pluma tenham curta duração. (Altas taxas de descarga resultam em um dinâmica de pluma que se comporta de modo bem distinto das partículas que a constituem).

Os conceitos essenciais de um modelo de trajetória estão descritos aqui. O leito do mar é posicionado em uma grade que cobre a região de interesse. Uma grade é um padrão reticulado de linhas norte-sul, leste-oeste, que formam células quadradas de tamanho uniforme. Uma grade tipicamente se estende a distâncias iguais para o norte, sul, leste e oeste a partir do ponto de descarga, de modo que seus eixos principais tenham orientação norte-sul e leste-oeste. A profundidade da água em cada célula da grade é definida. Um volume cumulativo de sólidos (apenas grãos, sem vazios) a ser descarregado e a distribuição das classes de partículas dentro desse volume são definidos. Cada classe de partícula é definida por sua fração do volume dentro do volume cumulativo dos sólidos, a densidade de seus grãos, e por sua velocidade de precipitação. A soma das frações é um. Todas as correntes que ocorrem durante a perfuração de um poço são descritas como uma distribuição composta de probabilidade conjunta (JPD). Para cada combinação de velocidade de precipitação de partícula, classe de velocidade da corrente e classe de direção da corrente na JPD, a trajetória é calculada e as coordenadas horizontais do ponto de impacto da partícula no leito do mar são determinadas. Se a profundidade da água for constante, isto se faz rapidamente. O tempo de precipitação da partícula é a diferença da profundidade da água e da profundidade de descarga dividida pela velocidade de precipitação da partícula. Para qualquer combinação específica de velocidade e direção de corrente, o deslocamento horizontal da partícula no momento em que chega ao fundo do mar é calculando a partir do tempo de precipitação e da velocidade e direção da corrente. As coordenadas do ponto de impacto são a soma das coordenadas do ponto de descarga e os

componentes de deslocamento ao longo dos eixos principais da grade. Os índices da célula da grade onde ocorre o impacto são determinados a partir das coordenadas do ponto de descarga e do tamanho da célula da grade.

Quando as profundidades são variáveis, a determinação do ponto de impacto é similar à descrita acima, salvo pelo fato de que o cálculo é feito em uma série de pequenos passos, verificando-se a posição da nuvem e a profundidade local a cada passo. Isto contrasta com o único passo usado quando a profundidade é constante.

Uma vez determinado o ponto de impacto, o produto da probabilidade da velocidade e direção particulares da corrente e a fração de sólidos representada pela classe particular da partícula é somado à célula onde se localiza o ponto de impacto. Esse processo se repete para todas as combinações possíveis de classes de partículas, classes de velocidades de corrente, e classes de direção de corrente. Completados os cálculos, a soma das células na grade será 1, ou menos. Se for menos, a diferença corresponde ao material que passou para além da grade antes de chegar ao fundo do mar.

O produto do valor de cada célula pelo valor total descarregado (peso ou volume) dá a distribuição final de material no fundo do mar. O modelo de trajetória produz um arquivo com os dados do depósito no fundo do mar. Os sólidos depositados no leito do mar são descritos pelo peso total de sólidos dentro de cada célula da grade. O arquivo tem o mesmo formato usado para o modelo de descarga da OOC, de modo que os mesmos procedimentos pós-processamento podem ser usados e os resultados do modelo de trajetória podem ser combinados com os resultados do modelo OOC.

A descrição acima é bem mais simplificada que o algoritmo real da modelagem, mas permite uma noção da essência do processo. Embora a modelagem de trajetória seja bem adequada à modelagem da deposição em um longo período de tempo, ela não pode prever concentrações de sólidos suspensos na coluna d'água. Para tanto, um modelo determinístico, tal como o modelo de descarga da OOC será necessário.

Nem a taxa de descarga, nem os perfis de densidade ambiente são levados em conta no modelo de trajetória. Uma vez que a taxa média de descarga durante a perfuração de uma poço é baixa, as partículas atingem rapidamente suas velocidades finais de precipitação. Os efeitos das variações na densidade ambiente são negligenciados na análise.

ANEXO B

VALIDAÇÃO DO MODELO DE TRAJETÓRIA

Os cálculos feitos pelo modelo de trajetória são basicamente simples. Entretanto, a validação do modelo de trajetória oferece dificuldade, dada sua natureza probabilística não poder ser duplicada em laboratório. Estudos de campo com dados apropriados são raros. Devido a duração das operações de perfuração, a possibilidade de distúrbios dos amostradores de sedimento por tempestades ou outros processos, aumenta à medida em que o período de deposição aumenta.

DeMargerie (1989) estudou a deposição de cascalhos de perfurações na Plataforma Continental de Scotian perto da ilha de Sable, Canadá. Uma lama base de óleo (aproximadamente 40% de óleo por peso) foi usada para perfurar o poço de exploração South des Barres . A profundidade da água foi de 72 m, com inclinação suave (0,3 % de inclinação para o norte). Concentrações de hidrocarboneto foram medidas no assoalho marinho logo em seguida à conclusão do poço (o óleo na lama agiu como um traçador). Os Dados de entrada DeMargerie para as correntes e as descargas do poço foram preparadas para o modelo de trajetória Brandsma Engineering TRAJHR. A batimetria era aproximadamente de profundidade constante. As suposições de DeMargerie foram usadas no cálculo das concentrações de hidrocarboneto à partir das saídas do modelo TRAJHR. A figura B.1 mostra a comparação entre hidrocarbonetos prevista por TRAJHR e observadas no assoalho marinho. TRAJHR fornece uma boa representação das principais características de distribuição de concentração de hidrocarbonetos.

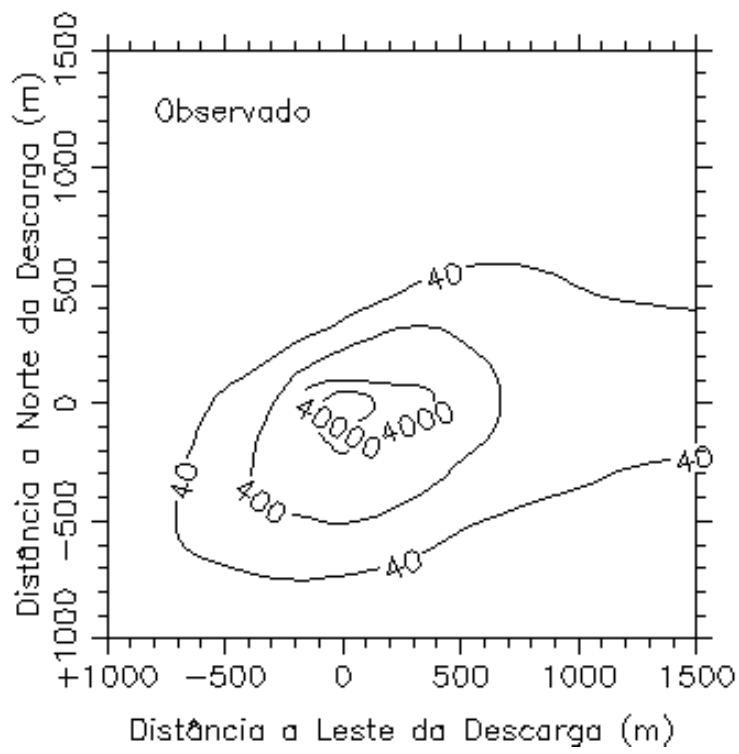
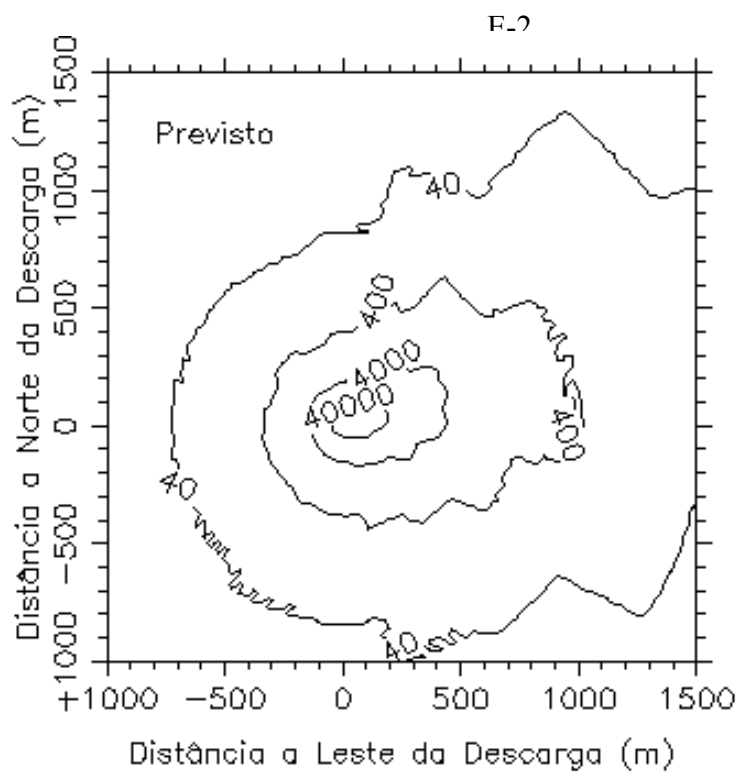


Figura B.1. Concentração de hidrocarbonetos (ug/g peso seco) no assoalho marinho após a conclusão do poço exploratório de South Des Barres.

ANEXO C

Construção de Série Sintética de Correntes

Na ausência de dados originais de medição de correntes ou ADCP, é possível usar para desenvolver uma série temporal sintética de correntes, tabelas de frequência de ocorrência conjunta ou de probabilidade conjunta para velocidade e direção de corrente.

As estatísticas de muitos fenômenos naturais são melhor representadas como movimentos fracionais browniano. Movimento browniano significa que o aumento de uma quantidade num intervalo de tempo é um valor aleatório que é independente do valor desta quantidade em qualquer intervalo de tempo anterior. Movimento fracionário browniano (fBm), introduz uma dependência em relação a valores anteriores (assim estas tendências são evidentes num quadro de flutuação randômica). Por si só fBm não vai satisfazer nenhuma estatística prevista. Portanto, é necessário usar uma tabela de frequência conjunta de ocorrência para velocidade e direção de corrente, para condicionar o fBm. A tabela de frequência conjunta de ocorrência é uma tabela bidimensional mostrando o número de vezes em que valores amostrais de velocidade e direção de corrente caem dentro de um intervalo específico de velocidade e direção de corrente. A tabela visualiza os valores de JFO como um conjunto contíguo de células dispostos em linhas e colunas. Assume-se que cada linha representa um intervalo de velocidade e a coluna o de direção.

Séries temporais sintéticas de correntes foram construídas da seguinte forma:

Para uma profundidade específica, séries temporais sintéticas de velocidade e direção de correntes foram iniciadas com uma velocidade e uma direção selecionada da célula de JFO que apresentava o maior número de ocorrências. A velocidade inicial foi o ponto médio entre os limites superior e inferior de velocidade da célula. A direção inicial foi o ponto médio entre as diversas direções. A partir deste ponto séries temporais sucessivas de direção e velocidade foram escolhidas em base semi-randômica. Utilizou-se abordagem semi-randômica porque as velocidades e direções registradas em medições de corrente variam aleatoriamente, mas possuem tendências identificáveis. O procedimento para seleção semi-randômica consistiu num procedimento de 10 etapas repetido até que todas as ocorrências de velocidade e direção tivessem sido utilizadas.

Os 10 passos são descritos a seguir:

1. Se as contagens totais na distribuição JFO são nulas, finalize este procedimento;
2. Preparar um sub-conjunto de 3 células da distribuição do JFO, de valores de direção de corrente. A célula central é a célula contendo a velocidade e direção inicial. As células adjacentes contêm as contabilizações de ocorrência para as faixas de direção inferior e superior na mesma classe de velocidade. As células de subconjunto de direção são construídas para abranger a direção Norte (0°).
3. Formar uma distribuição cumulativa de probabilidades através deste subconjunto de 3 células;
4. Estabelecer uma direção aleatoriamente, a partir desse subconjunto usando uma distribuição cumulativa de probabilidade. Faça isto, estabelecendo aleatoriamente um

número entre 0 e 1 e então usando a distribuição cumulativa de probabilidade para interpolar para a direção correspondente. Considere o resultado como direção experimental.

5. Prepare um subconjunto de 3 velocidades de distribuição JFO. O elemento central contém a contagem de ocorrência para o elemento que contém a velocidade e direção anteriores. Os elementos adjacentes contêm as contagens de ocorrências das faixas de velocidade imediatamente inferior e superior na mesma classe de direção da velocidade e direção anteriores.

6. Forme uma probabilidade de distribuição cumulativa através desse subconjunto de três elementos.

7. Pegue aleatoriamente uma velocidade desse subconjunto usando o mesmo método usado na direção. Chame-a velocidade de teste.

8. Ache as coordenadas do elemento no JFO correspondente à direção de teste e velocidade de teste. Reduza a contagem de ocorrência nesse elemento. Se a contagem já for zero, a velocidade e a direção de teste não boas (elas não se conformam à distribuição JFO).

(Este é o passo que constringe as estatísticas de corrente sintética para que se enquadrem na distribuição JFO). Nesse caso, despreze a velocidade e a direção de teste e volte ao passo 1.

9. Registre a velocidade e a direção de teste como as próximas velocidade e direção da série temporal. Essas constituem agora a velocidade e direção “anteriores”.

10. Vá para o passo 1 e repita.

ANEXO D

VISÃO GERAL DE UM MODELO DE DESCARGA OOC (OFFSHORE OPERATOR'S COMMITTEE MUD AND CUTTINGS DISCHARGE MODEL)

O modelo OOC simula o comportamento irregular, tridimensional das plumas de efluentes descarregadas de um único ponto. O efluente pode ser lama de perfuração, cascalho ou água produzida. O modelo prevê distribuições de concentrações de efluentes na coluna d'água e a distribuição das partículas no leito do mar.

O modelo OOC segue uma pluma de efluente do momento em que deixa o ponto de descarga até um momento e distância posteriores arbitrariamente selecionados. Uma simulação avança em três fases: a fase inicial de diluição, onde o efluente entra ativamente no fluido ambiente e se desloca rapidamente para um nível neutro de flutuabilidade (ou se impõe à superfície ou ao leito do mar); uma fase de colapso onde a pluma do efluente se espalha nesse nível; e uma fase dispersiva, onde as partículas se deslocam em resposta a correntes locais e suas próprias velocidades verticais características (descendente para sólidos e ascendentes para gotículas de óleo). As fases iniciais de diluição e colapso combinadas são freqüentemente referidas coletivamente como "pluma dinâmica". Uma pluma dinâmica é calculada primeiro. Em seguida, um complexo processo de contabilidade de massa analisa a pluma dinâmica para formar as condições iniciais da fase de dispersão passiva. Uma técnica LaGrangiana (acompanhamento da partícula) é usada no cálculo da dispersão. O processo de contabilidade de massa cria vários (geralmente vários milhares) de nuvens tridimensionais distribuídas Gaussianas a partir da pluma dinâmica. Tais nuvens movem-se através da coluna d'água de acordo com as correntes ambientes e crescem de acordo com a lei de 4/3 de energia (Fischer et al., 1979) para dispersão oceânica. Para a maioria das descargas, o material existe simultaneamente na pluma dinâmica e nos cálculos de dispersão passiva. As três fases de cálculo são implementadas como módulos separados no programa. A diluição inicial é calculada com um modelo da pluma integral que trata a pluma do momento em que deixa o tubo de descarga até que entre em contato com uma superfície horizontal, ou atinja o nível neutro de flutuabilidade. Esta é a fase onde os efluentes são rapidamente diluídos pela entranchamento da água ambiente. Esse entranchamento é impulsionado pela diferença de vetor da corrente ambiente local e da velocidade da linha central da pluma. O momento inicial e os fluxos de flutuação da pluma no tubo de descarga são parâmetros importantes que influenciam seu comportamento.

À medida que a pluma efluente entrancha a água do mar ambiente, seu diâmetro cresce e as concentrações dos constituintes da pluma decrescem rapidamente. A densidade da pluma aproxima-se da daquela da água do mar. Quando houver um gradiente de densidade, as densidades do efluente e do ambiente podem tornar-se iguais. O ponto onde isto ocorre é denominado nível neutro de flutuabilidade, ou profundidade de aprisionamento. Na ausência de um gradiente de densidade, não há profundidade de aprisionamento, e a pluma atingirá a superfície se sua flutuabilidade for positiva, ou o leito do mar, se for negativa.

Alguns dos efluentes se destacam da principal parte da pluma devido a dois mecanismos. Partículas com alguma velocidade vertical (devido à diferença de sua densidade para a da água do mar) migram, para cima ou para baixo, afastando-se da pluma principal. Foi observado que a turbulência ambiente e a turbulência criada pela presença do tubo de descarga causam a separação de parte do efluente da pluma principal, pelo menos quando o número densimétrico Froude da descarga é menor que 1. Há a questão, ainda não resolvida, de saber se a separação turbulenta se aplica a descargas com números Froude significativamente menores que 1. O número densimétrico Froude é a razão entre o momento e a flutuação da pluma. Números Froude pequenos são resultado de grandes diferenças entre a densidade do efluente e a densidade do ambiente e baixas taxas de descarga. Grandes números Froude surgem quando as diferenças de densidade são pequenas e as taxas de descarga são altas.

Após a diluição inicial, a pluma do efluente se espalhará (colapso) em sua profundidade de aprisionamento ou na superfície ou no leito do mar, se chegar a uma destas. O colapso ocorre apenas se houver um gradiente de densidade, ou se a densidade da pluma, ao atingir a superfície ou o fundo do mar, for significativamente diferente da densidade do fluido ambiente que a circunda. A fase de colapso se encerra quando a taxa de espalhamento da pluma provocada pelas diferenças de densidades tornar-se menor que a taxa de espalhamento associada com a dispersão turbulenta ambiental. As fases dinâmica e dispersiva são reunidas em um processo de contabilidade de massa que converte o fluxo da massa dentro da pluma dinâmica em discretas nuvens na fase de dispersão.

Os cálculos dinâmicos iniciais são salvados a intervalos, formando um histórico da pluma dinâmica. Cada intervalo é uma fonte potencial de nuvens para a fase dispersiva. Dependendo das características das partículas e da pluma do efluente, algumas das partículas irão separar-se da pluma devido a sua densidade diferente. Uma pequena fração das partículas e algum fluido do efluente podem separar-se do corpo principal da pluma devido à turbulência próximo ao tubo de descarga. Em qualquer caso, o fluxo desses constituintes pode mudar de um intervalo para outro. A mudança de fluxo de cada constituinte, à medida que ele passa através do intervalo determina o número e a massa das nuvens criadas nesse intervalo. Qualquer fluxo de massa remanescente ao final da pluma dinâmica também age como fonte de nuvens. Visualize a pluma dinâmica como um cano que vazava, composto de intervalos conectados, fixados no espaço, com um vazamento em cada conexão. O influxo de massa em cada intervalo e a taxa de vazamento nesse intervalo determinam o fluxo passado ao próximo intervalo. Cada vazamento no cano é uma fonte de nuvens a serem dispersas passivamente.

As nuvens de qualquer intervalo têm sempre a mesma posição inicial no espaço, mas momentos de criação distintos. Os tamanhos das nuvens criadas baseiam-se nas dimensões da pluma no ponto em que são criadas, junto com a velocidade da corrente ambiente e o intervalo de tempo entre as nuvens. Uma vez criada, a nuvem fica livre para ser dispersada pelas correntes ambientes locais. Presume-se que a massa de cada nuvem tenha uma distribuição tridimensional Gaussiana, uma forma de conveniência matemática. A fase final do cálculo é a fase de dispersão passiva, aplicada separadamente a da constituinte do efluente. A única propriedade dinâmica remanescente é a velocidade vertical associada a cada uma de suas partículas constituintes (por exemplo, sólidos, gotículas de óleo). Aqui, os constituintes do efluente são influenciados pelas correntes ambientes, dispersados pela

turbulência ambiente e migram verticalmente de acordo com suas velocidades verticais. A dispersão horizontal das nuvens é calculada aplicando-se a lei de 4/3 de energia para dispersão oceânica. Esta lei determina que o coeficiente de dispersão horizontal é proporcional ao comprimento horizontal da escala

ANEXO E**VALIDAÇÃO DO MODELO OOC**

As previsões feitas com o modelo OOC foram comparadas com sucesso contra 681 conjuntos de dados de laboratório e de campo. Muitos desses dados foram tomados de descargas de líquidos em fase única. A Figura E.1, mostra um gráfico de dispersão (scatter plot) comparando as concentrações previstas pelo modelo OOC e as observações experimentais. O coeficiente de correlação para os dados da Figura E.1 é 0,71. A inclinação da linha de regressão linear é 1,14. A raiz quadrada média de erro relativo de previsão é 0,01.

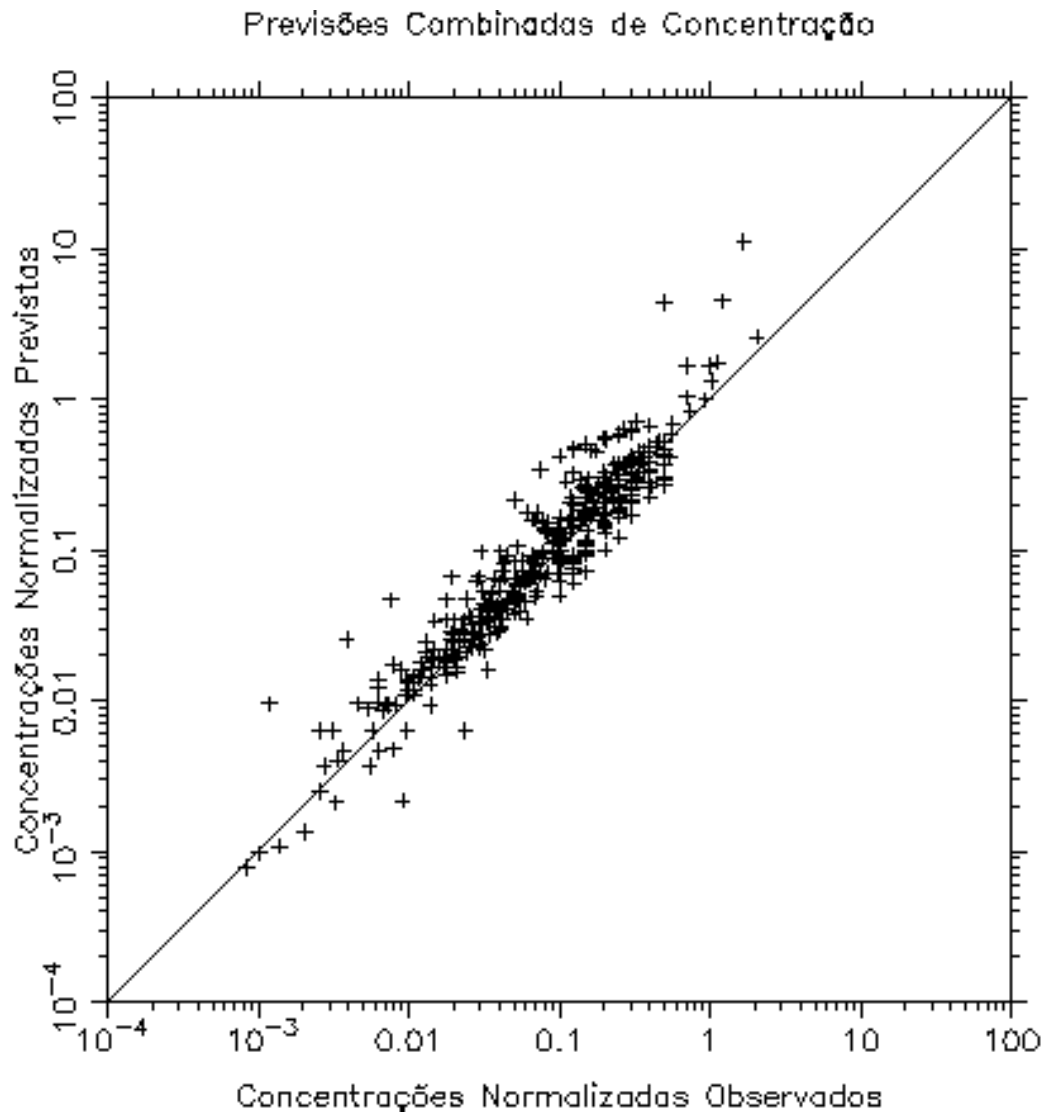


Figura E.1 Comparativo das concentrações previstas com o modelo OOC com observações experimentais.

Privissões Combinadas da Posição Vertical da Linha de Centro da Pluma

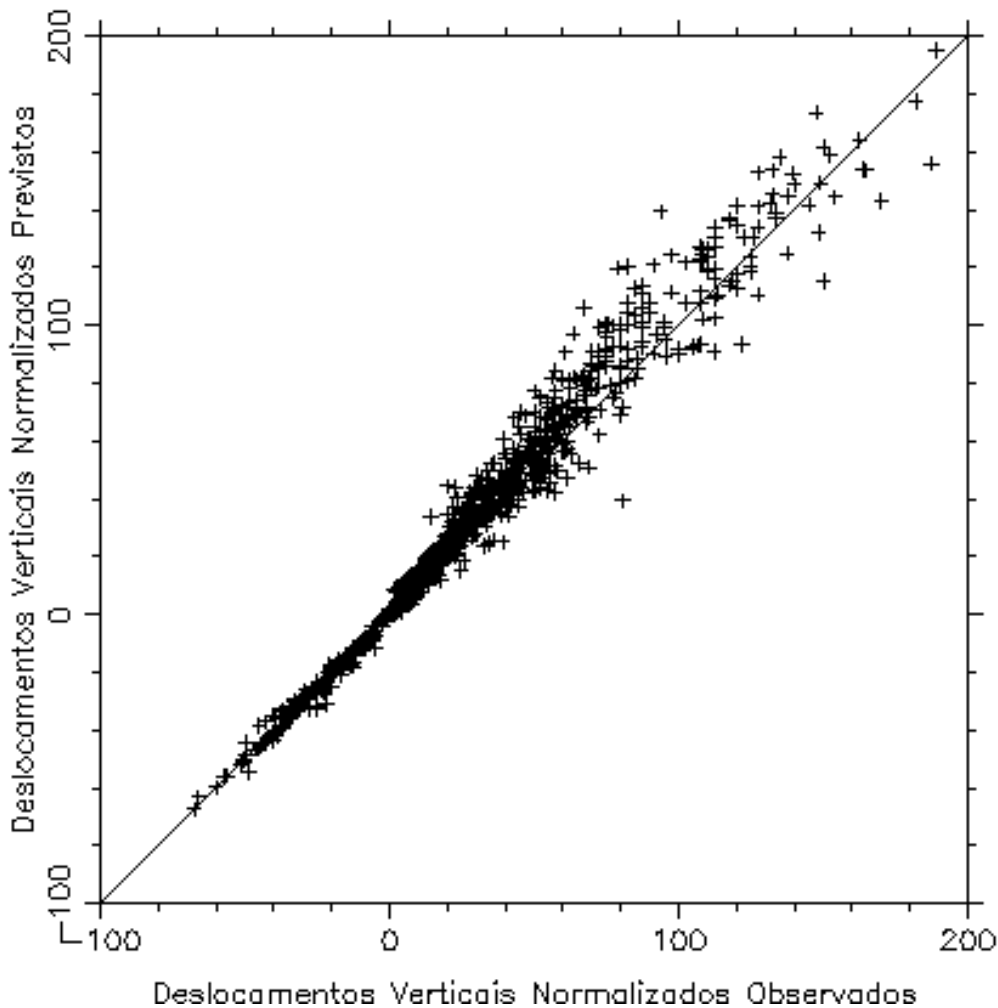


Figura E.2 Compara pontos de dados das trajetórias prevista e observada da pluma. O coeficiente de correlação desses dados é 0,98. A inclinação da linha de regressão linear é 1,07. O RMS relativo é 0,18.

Figura E.2 Comparativo da trajetória prevista pelo modelo da OOC com observações experimentais.

Há também um pequeno número de experiências com concentrações de sólidos de lama de perfuração em suspensão, um dos quais é pertinente à área do Frade. Mohebbi e Davis (1983) mediram a trajetória e a diluição de sólidos em suspensão em uma pluma de lama de perfuração em um fluxo cruzado uniforme.

O contexto experimental usado por Mohebbi e Davis foi um tanque cheio de água estratificada com sal (sucessivas camadas de água foram introduzidas, a mais profunda

sendo a que tinha a maior concentração de sal, com essa concentração diminuindo nas camadas subsequentes). Dois carrinhos ligados, moviam-se ao longo da parte superior do tanque a uma velocidade constante. Lama de perfuração usada era descarregada do primeiro carrinho e o segundo fazia medidas das concentrações de lama. A distância entre os carrinhos podia ser ajustada, de modo que as medidas pudessem ser feitas a várias distâncias corrente abaixo a partir da descarga. Amostras da coluna d'água foram retiradas usando um conjunto de tubos de amostra para medir as concentrações de sólidos suspensos na coluna d'água. As amostras eram tiradas como perfis verticais, de cima para baixo, através da linha central da pluma, e eram retiradas a quatro ou cinco profundidades para cada perfil de amostra. A concentração total de sólidos em suspensão (mg/Gerenciadora do Empreendimento de amostra) era analisada. Uma única passagem experimental deu medidas de concentração em duas distâncias corrente abaixo. Passagens repetidas gradulamente desenvolveram uma distribuição completa dos sólidos suspensos em um plano vertical a jusante do ponto de descarga. A descarga experimental foi simulada usando-se protótipo de dimensões arranjadas de modo que o número densimétrico Froude

$$(F = \frac{U_{jet}}{\sqrt{\frac{\rho_o - \rho_a}{\rho_o} gD}} = 0.66) \text{ e razão de velocidade de saída para a corrente cruzada } (U_{jet}/U_a =$$

1.14) foi preservada. As previsões do modelo foram normalizadas para comparação com dados experimentais. As coordenadas corrente abaixo e de profundidade foram normalizadas pelo diâmetro do tubo. As concentrações foram expressas como percentual da concentração inicial no tubo de descarga.

As previsões do modelo OOC comparam-se bem com a trajetória observada e a concentração de sólidos em suspensão na linha central (Figura E.3). A distribuição de sólidos em um plano vertical que passa através da pluma da lema é similar à distribuição observada (**Figura E.4**).

Os parâmetros experimentais e as estatísticas de comparação estão mostrados na tabela abaixo.

Dados da Comparação	Dados	Coefficiente de Correlação	Inclinação da linha de regressão	Erro RMS	Erro Normalizado RMS
Concentração (100% x C/C ₀)	25	0.73	1.34	1.99	0.02
Trajetoária (diâmetro do tubo)	27	0.93	0.92	3.53	0.15

Na tabela, “Erro RMS” representa a raiz quadrada média do erro de previsão:

$$e_{RMS} = \sqrt{\frac{\sum (y_{observed} - y_{predicted})^2}{n}}$$

O Erro Normalizado RMS é $e_N = \frac{e_{RMS}}{\sqrt{\frac{\sum y_{observed}^2}{n}}}$

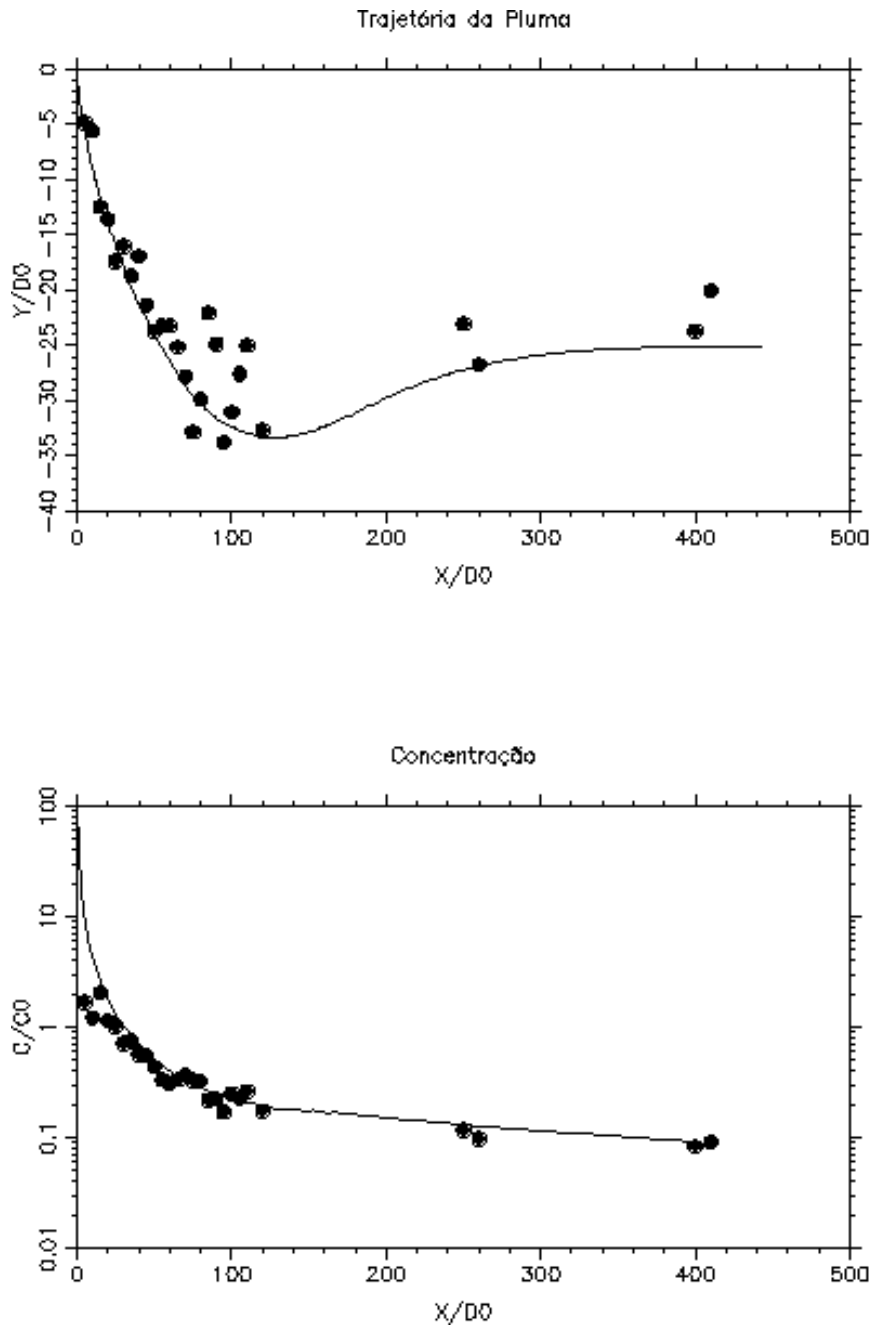


Figura E.3. Razão da trajetória e da concentração da pluma de lama sobre a distância horizontal da descarga, comparadas com observações experimentais, experiência de Mohebbi e Davis (1983).

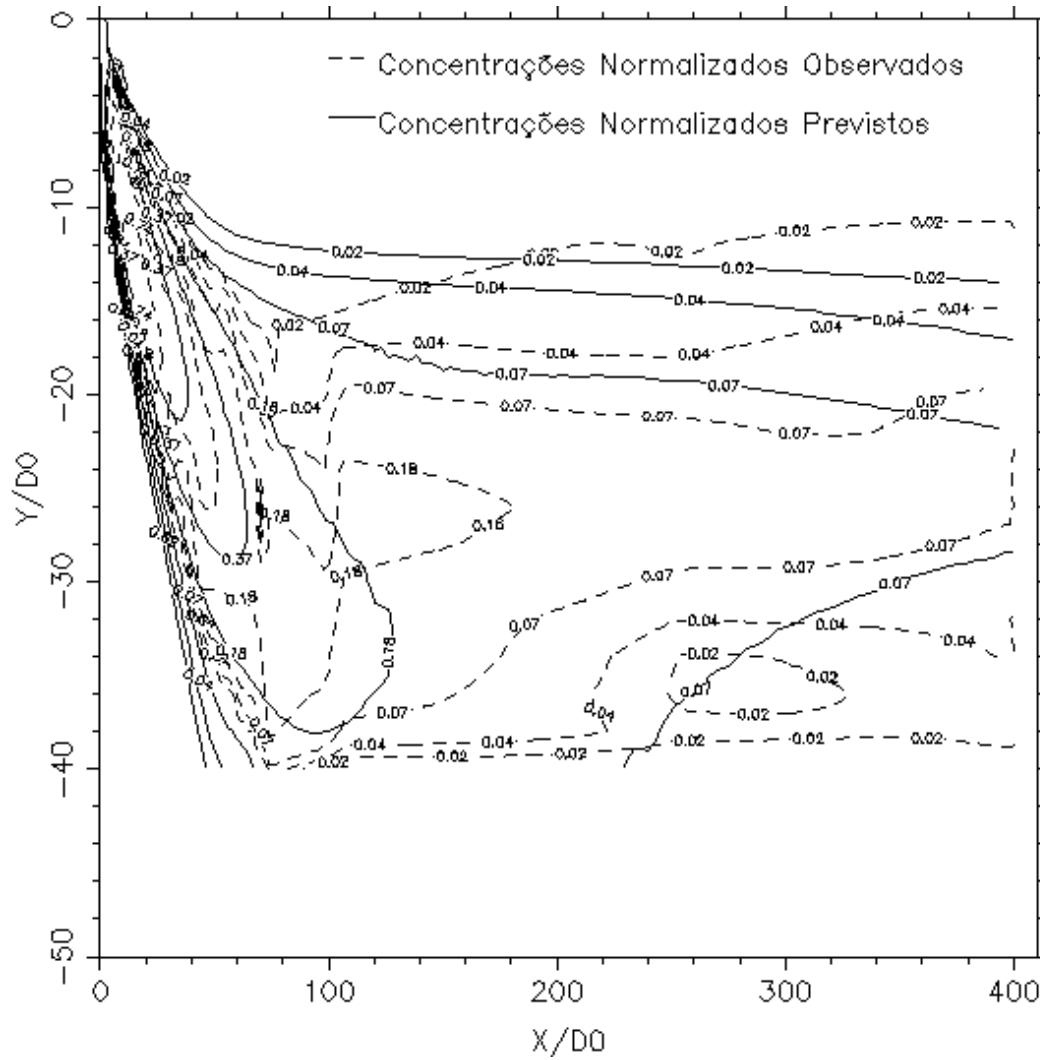


Figura E.4. Curvas de valores da razão concentração prevista/distância horizontal da descarga, comparadas com observações experimentais, experiência de Mohebbi e Davis (1983).

ANEXO F

GLOSSÁRIO

Altura de Onda Significativa (“significant wave height”) – altura média (da crista ao cavado) do 1/3 mais alto das ondas oceânicas anotada por um observador experiente. Esta é uma medida padrão de altura das ondas.

Aproximação (“close-up”) uma visão ampliada de uma parcela de uma região maior

Cabeça de Poço (“well head”) extremidade superior de um poço

Célula de Grade (“grid cell”) em uma grade, célula formada por dois pares de linhas de grade adjacentes, sendo um par perpendicular ao outro

Coluna d'Água (“water column”) a água ambiente do oceano entre a superfície do mar e o leito do mar

Conservador(a) (“conservative”) informando a condição menos favorável

Contorno (“contour”) linha em um gráfico de uma região bidimensional unindo pontos de igual valor para uma quantidade que varia nessa região.

Distribuição Marginal (“marginal distribution”) a distribuição das probabilidades de uma variável em uma distribuição conjunta de probabilidades (a variação de uma quantidade em tal tabela sendo independente da outra).

Dispersão Passiva (“passive dispersion”) – caracteriza a diluição de um efluente apenas pelas correntes ambientes e pela miscigenação provocada pela turbulência natural. Isto ocorre depois que a pluma de um efluente perde toda energia cinética e potencial.

Estado do Mar (“sea state”) refere-se à combinação da altura e da periodicidade das ondas

Faixa (“band”) em seu uso na ciência e na engenharia, essa palavra aplica-se aos intervalos que ocorrem quando a gama de variações possíveis de alguma quantidade é dividida em discretas subgamas contíguas

Fração de Sólidos (“solids fraction”) no total da lama de perfuração, a fração de volume ocupado por partículas sólidas

Grade (“grid”) um padrão reticulado norte-sul e leste-oeste formando células quadradas de tamanho uniforme em um mapa ou carta geográfica usado como referência para localização de pontos.

Lama Total (“whole mud”) a mistura de fluído, sólidos e aditivo químico que compõem a lama de perfuração

Lei 4/3 da Força (“4/3 power law”)

Método para incremento contínuo do coeficiente de dispersão lateral à medida que aumenta a largura do campo de um efluente. Aplicável em águas de oceano aberto.

Leito do Mar (“sea floor”) a fronteira inferior do oceano (fundo do mar)

Cascalho (“cuttings”) rocha das formações geológicas do solo que está sendo escavado

Perfil da Corrente (“current profile”) variação da velocidade e da direção da corrente em a

Perfil Hidrográfico (“hydrographic profile”) variações de temperatura e salinidade da água do oceano na altura da coluna d’água. O perfil hidrográfico tem um perfil de densidade da água correspondente.

Período de Ondas (“wave period”) o tempo decorrido entre a passagem da crista de uma crista de onda e da próxima

Período de Ondas Significativo (“significant wave period”) $0 \frac{1}{3}$ mais elevado de periodicidade média das ondas anotada por um observador experiente

Pluma (“plume”) a região da coluna d’água ocupada por material efluente em diluição de uma descarga.

Pluma Dinâmica (“dynamic plume”) parte da pluma de um efluente que tem energia cinética ou potencial. Inclui aquelas partes em que a densidade da pluma difere da densidade da água ambiente, ou onde a velocidade da pluma difere da velocidade da corrente ambiente, ou onde o gradiente de densidade no interior da pluma difere do gradiente de densidade ambiente.

Precipitação (“settling”) – descreve o comportamento de uma partícula de sólido na água à medida em que desce através da coluna d’água

Probabilidade Conjunta (“joint probability”) expressão aplicada a tabelas ou distribuições de dados contendo probabilidades de ocorrência de duas quantidades em que ambas variam. Tal tabela ou distribuição tem duas dimensões, uma para cada quantidade. Geralmente a gama de variações de cada quantidade é dividida em uma série de intervalos ou faixas contíguas. As quantidades são geralmente medidas de algo que varia continuamente (como a velocidade e a direção de uma corrente oceânica, por exemplo). A gama de variações de cada quantidade é dividida em várias faixas discretas. Aplicada a um baralho, uma das dimensões de uma tabela de probabilidade conjunta seria o naipe e a outra o valor da carta. A probabilidade conjunta de tirar-se aleatoriamente o ás de espadas é a probabilidade combinada de que a carta seja um ás e de que o naipe seja espadas.(1/52).

Razão de Vazios (“voids ratio”) – em um sedimento, descreve a razão entre o volume de vazios e o de grãos sólidos

Seção de Poço (“well section”) parte de um poço perfurado com um único diâmetro de broca. Os diâmetros das seções decrescem à medida que se aprofunda o poço.

Série Temporal (“time series”) medidas de uma quantidade que varia continuamente ao longo do tempo.

UTM (“UTM” Universal Transverse Mercator – Mercator Universal Transversal) a projeção usada para fornecer sistemas de coordenadas cartesianas regionais convenientes.

Vazios Intesticiais ou Vazios, simplesmente (“interstitial voids”) (also “voids”) os espaços abertos entre partículas sedimentares.