

## 5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 5.1. MEIO FISICO

#### 5.1.4. Modelagem da Dispersão de Óleo e Efluentes

Conforme apresentado no Capítulo 2 deste documento de informações complementares, a curva de produção de água para o projeto P-52 foi recalculada, ocasionando um aumento no pico de água produzida.

A formulação do fluido de preenchimento também foi alterada, sendo necessária a re-apresentação da modelagem de descarte, considerando a nova formulação.

Deste modo, são descritas, a seguir, as modelagens de descarte de água de produção e de fluido de preenchimento.

A numeração dos itens foi mantida conforme apresentado no RAA para facilitar o entendimento e o acompanhamento das modificações.

#### A. Modelagem para Dispersão de Efluentes

##### A.1. Modelo para Dispersão do Fluido de Preenchimento dos Dutos

###### ✓ **Premissas**

Com o intuito de reproduzir, ao máximo, dados representativos da realidade operacional no desenvolvimento da simulação, foram assumidas certas premissas aplicadas na utilização destes dados pelo modelo.

##### **a) Quanto ao GRID**

O alinhamento de todo o grid foi feito de forma que o seu eixo X coincidissem com a direção preferencial da corrente, permitindo mais facilmente a determinação das coordenadas dos pontos onde o modelo apresenta os perfis de concentração na coluna d'água.

A profundidade máxima sensibilizada pela descarga da água aditivada foi especificada em rodadas sucessivas do modelo, a partir de 100 metros de profundidade, onde se verificou que a água aditivada não ultrapassaria os 50 metros de profundidade. Sendo assim, o grid foi refinado para uma batimetria de 50 metros, melhorando a visualização dos resultados.

##### **b) Quanto à descarga da água aditivada**

O lançamento foi simulado como sendo feito na profundidade de 10 metros.

### c) Quanto à concentração de descarte da água aditivada e limite de toxicidade

Conforme especificado no item 2.4.E, o fluido de preenchimento será uma mistura de água do mar, adicionada do biocida NIPACIDE GT (glutaraldeído > 30,0% e metanol 0,25%) numa concentração de 416,7 ppm, de corante (fluoresceína 20%) a 25 ppm, e do seqüestrante de oxigênio SISBRAX SQO-40C (metabissulfito de sódio > 37% e sais de cobalto < 0,1%) a 216,2 ppm.

Para determinar a área da pluma de descarte onde serão observados efeitos tóxicos aos organismos, foram considerados os resultados dos testes de toxicidade aguda (com o microcrustáceo *Mysidopsis juniae*) e crônica (com o desenvolvimento embrionário do ouriço *Lytechinus variegatus*), realizados com os compostos fluoresceína, NIPACIDE GT e SISBRAX SQO-40C em conjunto (item 2.4.G), especialmente a CENO (concentração limite de efeito não observável) e a CL50 (concentração letal a 50% dos organismos-teste).

Conforme apresenta o Quadro 5.1.4-1 a seguir, os resultados dos testes foram expressos em percentual da amostra original do fluido a ser descartado. A amostra original (solução-mãe) foi considerada como 100%, e os resultados encontrados para a toxicidade representam a diluição em que foram registradas a CENO (concentração de efeito não observável) e a CL50 (concentração letal a 50% dos organismos-teste).

Quadro 5.1.4-1. Resultados dos testes de toxicidade crônica (*Lytechinus variegatus*) e aguda (*Mysidopsis juniae*), com o fluido a ser utilizado no alagamento das linhas de coleta e escoamento de óleo e gás da UEP P-52.

PRODUTO	<i>Lytechinus variegatus</i> (teste crônico)	<i>Mysidopsis juniae</i> (teste agudo)
NIPACIDE GT (416,7 ppm) + SISBRAX SQO-40C (216,20 ppm) + Fluoresceína (25ppm)	CENO: 0,0015%	CL <sup>50</sup> : 0,04%

Fonte: Labtox Tecnologia Ambiental Legenda: CL50 – concentração letal a 50% dos organismos-teste  
CENO – concentração de efeito não observável

O fluido de preenchimento dos dutos trata-se de uma mistura de produtos, logo não existe um valor de concentração do fluido de preenchimento (água aditivada) e sim de cada substância que o compõe. Levando em consideração tal afirmação, aliada ao fato que uma das entradas do modelo é a concentração do efluente a ser modelado, foi selecionado, apenas, um dos produtos componentes do fluido de preenchimento dos dutos (biocida NIPACIDE GT). Conforme apresentado no item 2.4-G, observa-se que o biocida NIPACIDE GT, além de ser utilizado em maior concentração, apresentou a maior toxicidade isolada.

Para determinar a concentração de entrada no modelo e as de corte (limite de toxicidade), foram consideradas, respectivamente, a concentração inicial do produto selecionado no momento do descarte e a sua concentração proporcional, de acordo com o resultado dos testes de toxicidade (Quadro 5.1.4-2).

Quadro 5.1.4-2. Concentrações do biocida NIPACIDE GT (glutaraldeído > 30,0% e metanol 0,25%) utilizadas como entrada no modelo e como corte para delimitação da área efetivamente tóxica aos organismos.

CONCENTRAÇÃO DE ENTRADA	CONCENTRAÇÕES DE CORTE	
	SEGUNDO CENO	SEGUNDO CL50
416,7 ppm	0,0015% de 416,7 ppm = 0,006 ppm	0,04% de 416,7 ppm = 0,17 ppm

Legenda: CL50 – concentração letal a 50% dos organismos-teste  
CENO – concentração de efeito não observável

Como as concentrações de corte mencionadas no Quadro 5.1.4-2 são as concentrações do biocida na diluição em que foram registradas a CENO e a CL50, vale ressaltar que qualquer que fosse o produto selecionado seria obtida a mesma área de dispersão da pluma do fluido descartado. Registra-se, então, que na região onde for encontrado 0,0015% da concentração do biocida originalmente descartado (416,7 ppm = 100%), por exemplo, também deveremos encontrar 0,00153% da concentração inicial de seqüestrante de oxigênio (216,2 ppm = 100%).

#### d) Quanto à determinação dos parâmetros ambientais

Os valores utilizados nas simulações são representativos de condições médias sazonais características para a região do campo, apresentados no RAA apresentado ao IBAMA (Item 5.1.2).

#### ✓ Dados de Entrada da Simulação

O modelo utiliza um sistema próprio de coordenadas, devendo ser indicada a extensão da área avaliada ao longo dos eixos E-W e N-S, bem como os intervalos de discretização da malha nos quais são calculados os parâmetros avaliados na evolução da modelagem. São informados, também, os seguintes parâmetros:

- Composição da água aditivada: temperatura, salinidade e concentração do produto;
- Dados da descarga: vazão, duração, raio da tubulação, orientação e localização;
- Dados do ambiente: batimetria, perfil de velocidades de correntes, altura e período de onda, velocidade do vento e temperatura do ar;
- Dados estruturais da plataforma PRA-1: comprimento, largura, profundidade das estruturas submersas, diâmetro característico das estruturas submersas e espaçamento entre elas.

Também deverão ser informados os tempos da simulação, sendo estes referentes ao tempo total da descarga e o passo de evolução do modelo.

Os principais dados de entrada do modelo são apresentados no Quadro 5.1.4-3 seguir.

Quadro 5.1.4-3. Valores das variáveis de entrada do modelo.

DESCRIÇÃO	VALOR
Vazão	550,00 m <sup>3</sup> /hr
Raio da tubulação do descarte	0,75 ft
Profundidade de descarte	10 m (32,8 ft)
Volume de água descartada	8.800,00 m <sup>3</sup>
Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal – positivo para baixo e negativo para cima)	90°
Azimute de descarte, graus do norte	90°
Duração do descarte	57600 s (16 h)
Temperatura da água aditivada em °C	7°
Salinidade da água aditivada em ppm	35
Intensidade da corrente em ft/s	0,30 m/s (0,65 ft/s)
Direção das correntes, em graus	180° (para Sul)
Temperatura da água do mar	24,90 °C (0 m) e 23,74 °C (50 m)
Salinidade da água do mar	36,72 (0 m) e 36,73 (50 m)
Altura de onda significativa	1 m
Período de onda significativa	6 s
Velocidade do vento (ft/sec)	6,8 m/s
Temperatura do ar à superfície do mar	23,3 °C

## ✓ Resultados

As Figuras 5.1.4-1 e 5.1.4-2 mostram a representação da dispersão de concentração do fluido de preenchimento no eixo vertical da pluma. A Figura 5.1.4-1, a seguir, mostra o comportamento vertical da pluma no campo próximo, até se estabilizar na coluna d'água, percorrendo aproximadamente 250 metros e chegando a uma profundidade máxima aproximada de 30 metros, até atingir o equilíbrio.

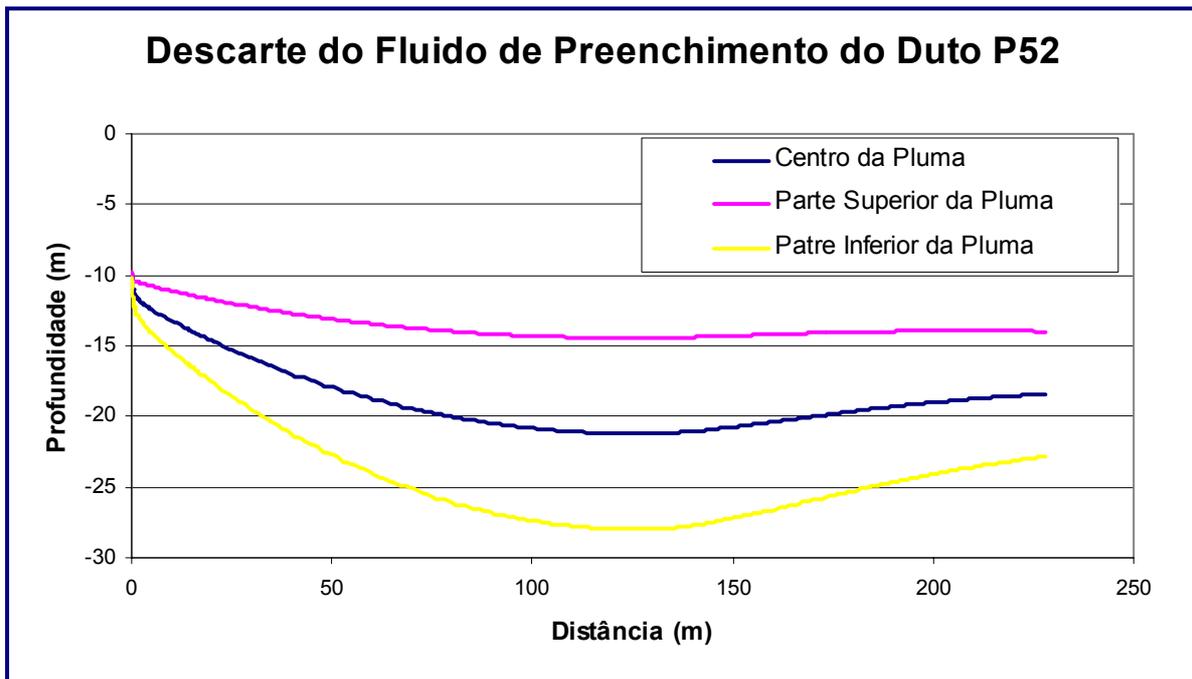


Figura 5.1.4-1. Comportamento vertical da pluma em campo próximo.

A partir da Figura 5.1.4-2, a seguir, nota-se que para atingir a concentração da CL50 (0,17 ppm), a pluma de descarte, deslocando-se no sentido preferencial da corrente, chega a uma distância de aproximadamente 1050 metros do local de descarte e a uma profundidade máxima aproximada de 35 metros. Para a pluma atingir a concentração da CENO (0,006 ppm), ela percorre cerca de 1125 metros desde o local de descarte, chegando a uma profundidade máxima aproximada de 40 metros. Ressalta-se que, apesar de não serem observados efeitos tóxicos aos organismos a partir da linha da CENO, o fluido de preenchimento só será completamente diluído na água do mar aproximadamente 25 metros além deste ponto, ou seja, 1150 metros de distância do local de descarte.

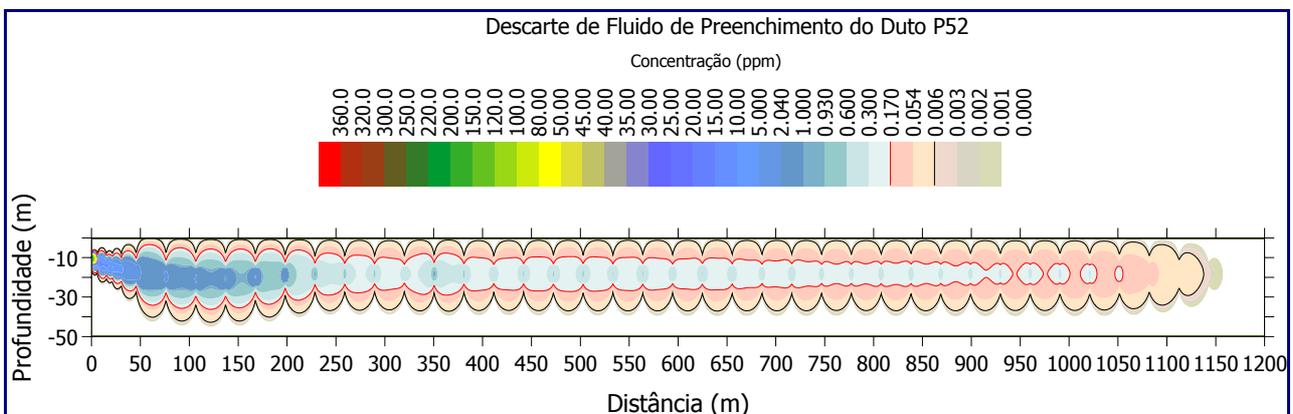


Figura 5.1.4-2. Comportamento vertical da pluma ao longo de todo o caminho percorrido. A linha vermelha delimita a área com concentração acima da CL50 (0,17 ppm), enquanto que a linha preta delimita a área com concentração acima da CENO (0,006 ppm).

A Figura 5.1.4-3, a seguir, mostra o comportamento horizontal da pluma no campo próximo, até se estabilizar na coluna d'água, percorrendo aproximadamente 250 metros e apresentando uma abertura lateral de aproximadamente 15 metros, tanto para a direita quanto para a esquerda, a partir do centro da pluma.

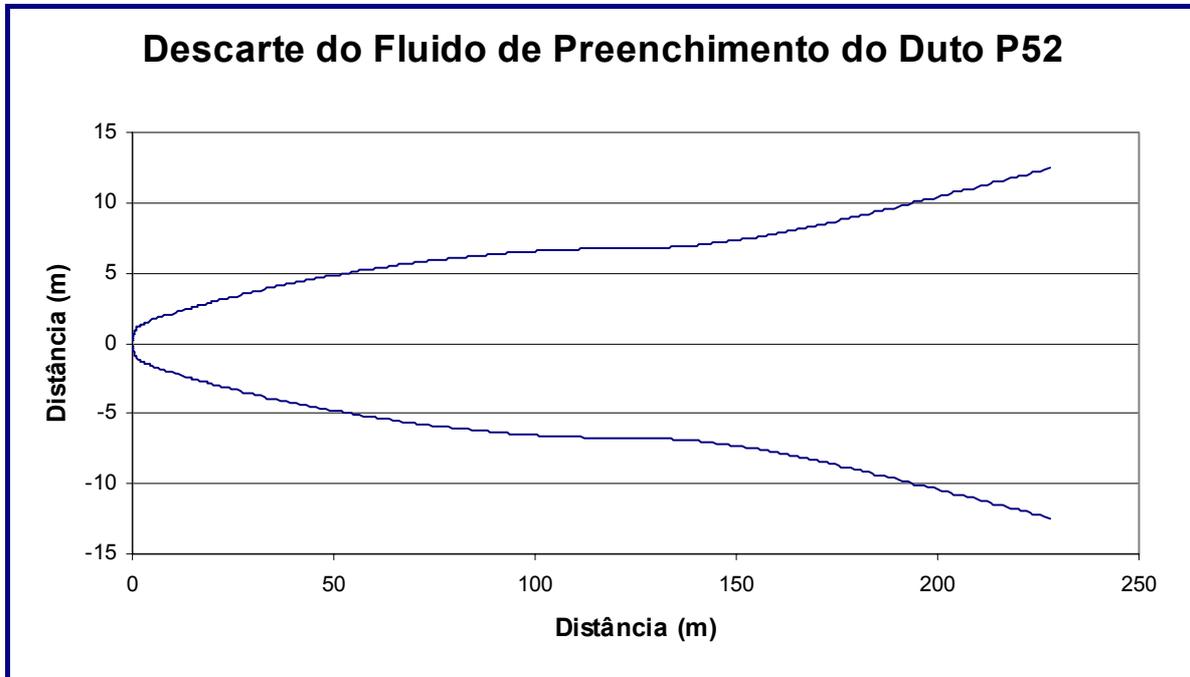


Figura 5.1.4-3. Dispersão horizontal da pluma em campo próximo.

## A.2 Modelo para Dispersão de Água Produzida

### ✓ Premissas

Com o intuito de reproduzir, ao máximo, dados representativos da realidade operacional no desenvolvimento da simulação, foram assumidas certas premissas aplicadas na utilização destes dados pelo modelo.

#### a) Quanto ao GRID

O grid foi especificado de forma que a plataforma P-52 ficasse alinhada ao seu eixo Norte-Sul (que não corresponde ao geográfico), deslocado para seu lado esquerdo em função do efeito causado pela “barreira” representada pela estrutura da P-52 no deslocamento da água de produção descartada. O alinhamento de todo o grid foi feito de forma que este eixo X (N-S) coincidissem com a direção da corrente, permitindo mais facilmente a determinação das coordenadas dos pontos onde o modelo apresenta os perfis de concentração na coluna d'água.

#### b) Quanto à descarga da água produzida

O lançamento foi simulado como sendo feito na superfície do mar local.

### c) Quanto à determinação dos parâmetros ambientais

Os valores utilizados nas simulações são representativos de condições médias sazonais características para a região do campo, apresentadas no Estudo Ambiental (Item 5.1.2).

### d) Quanto à inclusão da concentração de óleo na água produzida

De acordo com exigências da CONAMA 357 de 2005, a água produzida só pode ser descartada com concentração abaixo de 20 ppm de óleo, sendo este valor utilizado pelo modelo como concentração inicial do descarte.

#### ✓ Dados de Entrada da Simulação

O modelo utiliza um sistema próprio de coordenadas, devendo ser indicados a extensão da área avaliada ao longo dos eixos E-W e N-S, bem como os intervalos de discretização da malha nos quais são calculados os parâmetros avaliados na evolução da modelagem. São informados, também, os seguintes parâmetros:

- Composição da água produzida: temperatura, salinidade e concentração de óleo;
- Dados da descarga: vazão, duração, raio da tubulação, orientação e localização;
- Dados do ambiente: batimetria, perfil de velocidades de correntes, altura e período de onda, velocidade do vento e temperatura do ar;
- Dados estruturais da plataforma: comprimento, largura, calado operacional, diâmetro característico das estruturas submersas e espaçamento entre elas.

Também deverão ser informados os tempos da simulação, sendo estes referentes ao tempo total da descarga e ao passo de evolução do modelo.

Os principais dados de entrada do modelo são apresentados a seguir, no Quadro 5.1.4-4.

Quadro 5.1.4-4. Valores das variáveis de entrada do modelo. (continua...)

DESCRIÇÃO	VALOR
Vazão de descarte	4439,05 bbl/hr
Raio da tubulação do descarte	1,0 ft (10" - 0,3 m)
Ângulo vertical de descarga (em graus referentes à horizontal – positivo para baixo e negativo para cima)	90°
Azimute de descarte, graus do norte	90°
Duração da descarga	contínua
Temperatura da água produzida em °C	40°
Salinidade da água produzida em ppm	189,75
Descrição da partícula a modelar	Óleo

Quadro 5.1.4-4. Valores das variáveis de entrada do modelo. (continuação)

DESCRIÇÃO	VALOR
Concentração inicial de óleo na água produzida descartada em ppm	20
Densidade da partícula (g/cm <sup>3</sup> )	1,02
Intensidade da corrente em ft/s	0,30 m/s (0,98 ft/s)
Direção das correntes, em graus	180° (para Sul)
Temperatura da água do mar	25,00 °C (0 m) e 23,74 °C (50 m)
Salinidade da água do mar	36,72 (0 m) e 36,73 (50 m)
Altura de onda significativa	2 m (6,5 ft)
Período de onda significativa	6 s
Velocidade do vento (ft/sec)	6,7 m/s (22,21 ft/s)
Temperatura do ar à superfície do mar	24,0 °C

### ✓ Resultados

As Figuras 5.1.4-4 e 5.1.4-5 representam a dispersão de concentração na pluma verticalmente.

A Figura 5.1.4-4 mostra o comportamento da pluma no campo próximo (perfil vertical), até se estabilizar na coluna d'água, percorrendo aproximadamente 450 metros e chegando a uma profundidade aproximada de 80 metros até atingir o equilíbrio.

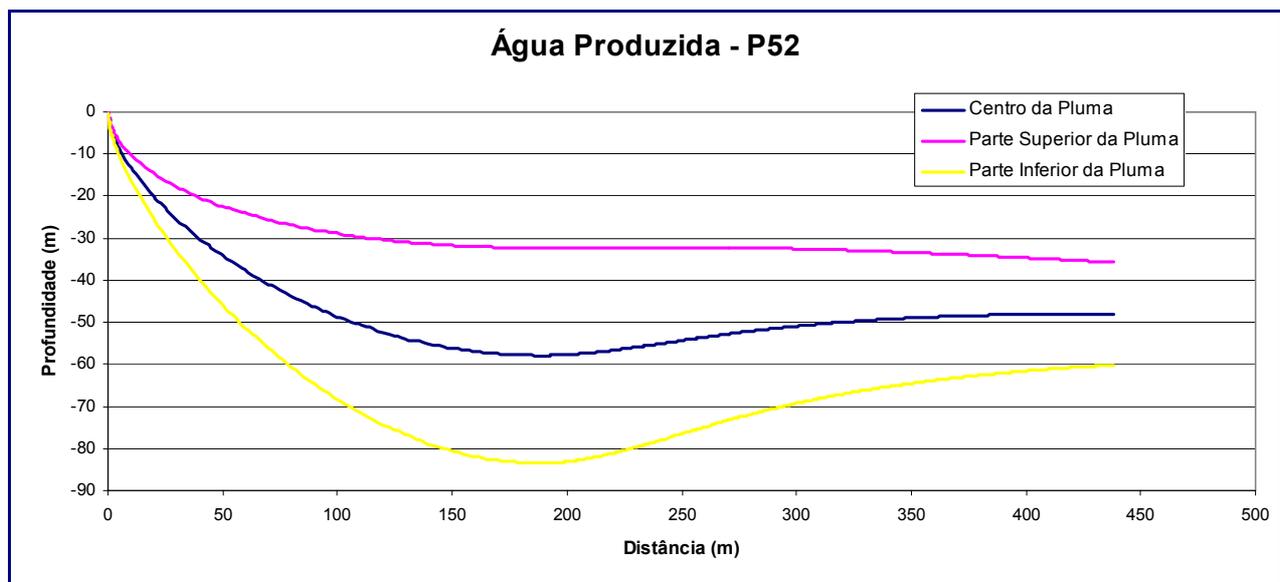


Figura 5.1.4-4. Comportamento vertical da pluma em campo próximo.

A partir da Figura 5.1.4-5, nota-se que a uma distância aproximada de 1150 metros do local de descarte, não é observada a presença de óleo no ambiente proveniente da água produzida. A pluma chega a uma profundidade aproximada de 90 metros, deslocando-se no sentido preferencial da corrente.

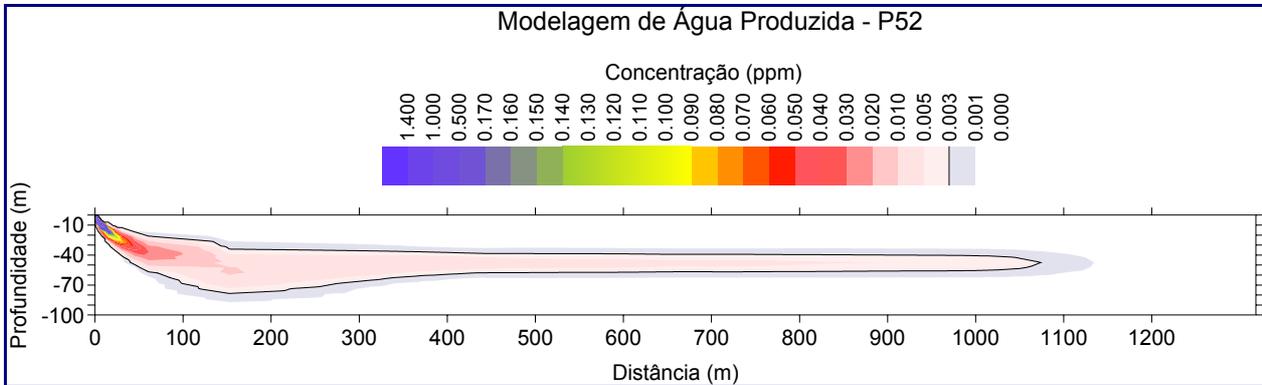


Figura 5.1.4-5. Comportamento vertical da pluma ao longo de todo o caminho percorrido.

A Figura 5.1.4-6, a seguir, mostra o comportamento da pluma no campo próximo (perfil horizontal), até se estabilizar na coluna d'água, percorrendo aproximadamente 450 metros e apresentando uma abertura lateral máxima de aproximadamente 60 metros, tanto para a direita quanto para a esquerda, a partir do centro da pluma.

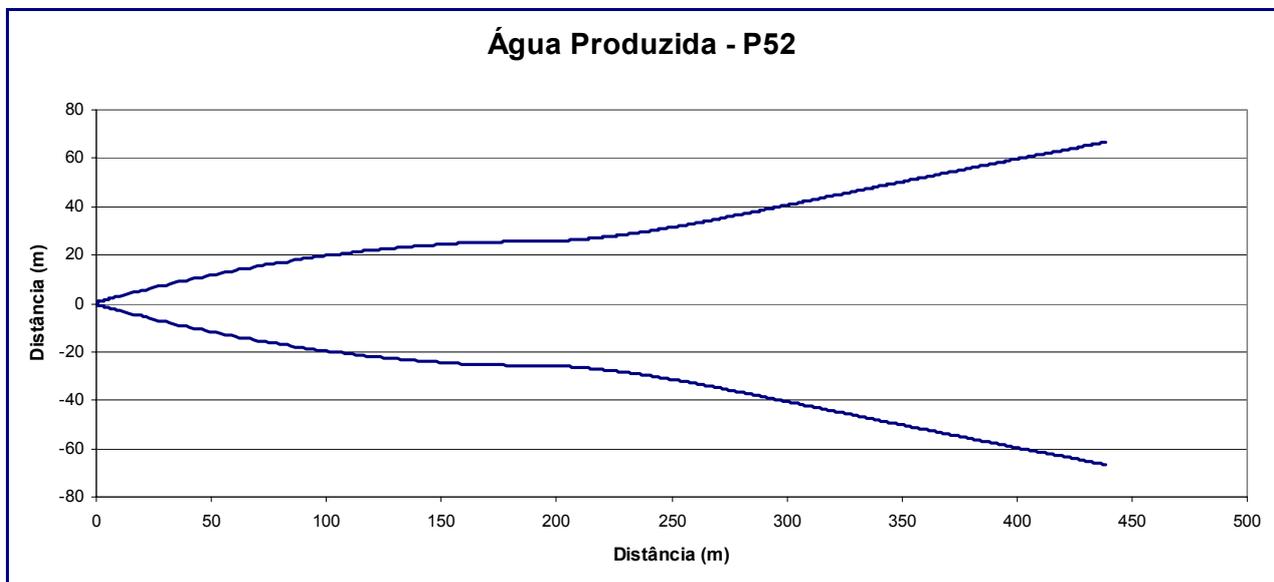


Figura 5.1.4-6. Dispersão horizontal da pluma em campo próximo.